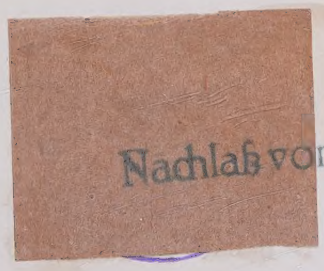
1412.

A MAGYAR BIOLOGIAI KUTATÓ INTÉZET II. OSZTÁLYÁNAK MUNKÁI

SZERKESZTI:
DR. VERZÁR FRIGYES
EGYET. NY. R. TANÁR
A BIOLOGIAI KUTATÓ INTÉZET IGAZGATÓJA

ARBEITEN DER II. ABTEILUNG DES UNGARISCHEN BIOLOGISCHEN FORSCHUNGS-INSTITUTES

REDIGIERT VON
PROF. DR. FRIEDRICH VERZÁR
DIREKTOR
DES BIOLOGISCHEN FORSCHUNGS-INSTITUTES



TIHANY, 1929.

Királyi Magyar Egyetemi Nyomda. Budapest VIII, Múzeum-körút 6. — Dr. Czakó Elemér.

ELŐSZÓ.

A Magyar Biológiai Kutató Intézet alapításakor az intézetnek programmjává tétetett, hogy biológiai kutatásokkal lehetőleg tág téren foglalkozzék. Míg intézetünk I. osztálya zoológiai és botanikai téren működik, addig a II. osztály munkaköre fiziológia a legtágabb értelemben, valamint kémia és fiziko-kémia biológiai vonatkozásokban.

Az intézetnek 1927 szeptember 5-én való megnyitása után, a következő hónapok a berendezkedéssel teltek el. Az osztály tisztviselői elfoglalták helyeiket és 1928 tavasza óta a tudományos munka is megindult. A vezetésem alatt álló osztály működésének ezen első évéről ad számot ez a füzet. Benne részben az intézet tagjai, részben vendégeink, akik 1928 nyarán az osztályon dolgoztak, ismertetik ezévi munkásságukat.

Munkaprogrammunkat több szempont állapította meg és ezek alapján a következő négy csoportra oszlik:

1. Az intézet helye megköveteli, hogy mindenek előtt kémiai és fiziko-kémiai szempontból ismerjük meg alaposan a Balatont és azokat az életfeltételeket, amelyek a benne folyó életet befolyásolják. Ez a feladat hidrobiológiai és általános biológiai szempontból egyformán alapvető, mert mindegyik munkásságnak szüksége van ezen ismeretekre. Az osztály ezért rendszeresen vizsgálja a tó vizének kémiai és fiziko-kémiai viszonyait. (1—8. dolgozat.) A kémiai vízvizsgálatokat a tó egész területére, a környező vizekre és az egész évre kiterjesztjük. Metodikai szempontból a munkát szét kellett osztani. Egyes tekintetekben máris jellegzetes különbségek mutatkoznak a tó által nyujtott életfeltételekben, más vizekhez képest.

2. Az osztály tagjainak speciális fiziológiai munkaprogrammja az ingerületi folyamat analízise, elsősorban maga az idegingerület. Ennek a kérdésnek a szolgálatában állanak az osztály állandó tagjainak, valamint vendégeinek 9—18. számú dolgozatai, melyek a problémát több oldalról iparkodnak megközelíteni. Tanulmányoztuk a szívhormonokat, az idegek káliumkötését, idegek és izmok működési áramait, reflexeket stb. Ez a munka sokszor összehasonlító fiziológiai irányba terelődik.

3. Munkásságunk harmadik csoportja az alkalmazott biológiai, illetőleg fiziológiai kutatás legkülönbözőbb kérdéseire vonatkozik. Célunk, hogy intézetünket rendelkezésére bocsáthassuk mindenkinek, aki az intézet munkalehetőségeinek keretében zavartalanul dolgozni kíván és nagy örömünkre, minden hazai egyetemről számosan igénybe vették így az intézetet. Vendégeink ilyen irányú dolgozatai a 19—25. számig találhatók és a szövettenyésztés, immunitás-

tan, baktériumnövekedés és méreghatások különböző kérdéseire vonatkoznak Az intézet zavartalan munkalehetőségei meghozták gyümölcsüket.

4. Kiterjesztettük az osztály munkáját klimatológiai és meteorológiai vizsgálatokra is. Egyrészt a klímakutatások nagy biológiai jelentősége, másrészt az a közvetlenül gyakorlati feladat, hogy a Balaton klímájának analízisét és ismeretét, mint egészségi szempontból is fontos momentumokat megszerezzük, indított erre. Hála dr. Réthly Antal egyet. m. tanár és dr. Belák Sándor egyet. ny. r. tanár urak kiváló munkájának (26—28. sz. dolgozat), ez a kutatás nagy energiával meg is indult.

5. Munkáink ezen négy csoportján kívül, amelyek egy-egy rendszeresen művelt munkaterületünknek felelnek meg, befejezésül még néhány előadást közlünk, amelyeket az első év folyamán intézetünkben tartottak. (29—32. sz.)

Ennek az első évnek munkássága sok tekintetben még csak programmszerű. A vizsgált kérdések jórészt még nincsenek lezárva, hanem az eddig közölhető eredmények csak az első lépést jelentik vizsgálatukban. További feldolgozásuk azonban folyik, az első év nehéz kezdete után fokozott lelkesedéssel.

Dr. Verzár Frigyes

az élettan és ált. kórtan ny. r. tanára
a debreceni egyetemen,
a Biológiai Kutató Intézet igazgatója.

VORWORT.

Als das Ungarische Biologische Forschungs-Institut gegründet wurde, geschah das mit der ausdrücklichen Programmstellung, dass die Arbeit des Institutes biologische Forschung auf möglichst breiter Basis umfassen solle. Während die I. Abteilung unseres Institutes zoologische und botanische Fragen bearbeitet, ist das Arbeitsgebiet der II. Abteilung Physiologie im weitesten Sinne, mit den ihr angrenzenden Gebieten der Chemie und physikalischen Chemie.

Nach der Eröffnung unseres Institutes am 5. September 1927 waren die ersten Monate mit organisatorischer Arbeit ausgefüllt. Die Mitglieder unserer Abteilung traten ihr Amt an und seit dem Frühjahr 1928 begann auch die wissenschaftliche Arbeit. Über diese Arbeit der unter meiner Leitung stehenden Abteilung, gibt dieses erste Heft Rechenschaft. Es bringt teils Arbeiten der Mitglieder der Abteilung, teils solche unserer Gäste während dem Sommer 1928.

Unser Arbeitsprogramm haben wir nach mehreren Gesichtspunkten bestimmt und diesen entsprechend teilen sich die Arbeiten folgendermassen:

1. Erstens ergibt sich aus der Lage des Institutes am Balaton die Aufgabe einer gründlichen Erforschung dieses, in chemischer und physikalischer Hinsicht, zur Beurteilung der Lebensbedingungen, welche der See bietet. In dieser Hinsicht unterstützen unsere Untersuchungen ebenso die hydrobiologische, als die allgemein-biologische Forschung, denn beide benötigen diese Daten. Unsere Abteilung führt deshalb regelmässige chemische und physikalisch-chemische Untersuchungen des Seewassers aus. (Arbeit 1—8.) Diese werden über den ganzen See, die Gewässer der Umgegend und das ganze Jahr ausgedehnt. In methodischer Hinsicht wurde die Aufteilung der Arbeit nötig. In manchen Beziehungen haben sich bereits charakteristische Unterschiede der Lebensbedingungen gegenüber anderen Wässern ergeben.

2. Das speziell physiologische Arbeitsprogramm der ständigen Abteilungsmitglieder bezieht sich auf die Analyse des Erregungsvorganges, speziell des nervösen Erregungsvorganges. (Nr. 9—18.) Diesbezügliche Arbeiten, an welche sich auch solche unserer Gäste anschlossen, greifen das Problem von verschiedenen Seiten an: so wurde untersucht die Frage der Herzhormone, Kaliumbindung im Nerven, Aktionsströme, Reflexe etc. Diese Arbeiten führen vielfach auf das Gebiet der vergleichenden Physiologie.

3. Die dritte Gruppe der Arbeiten bilden Untersuchungen aus den verschiedensten Gebieten der angewandten Physiologie. Nachdem unser Institut in ausgesprochener Weise jedem als Arbeitsstätte dienen will, der auf biologischem Gebiet ungestört — und den vorhandenen technischen Möglichkeiten

entsprechend — arbeiten möchte, war es uns eine besondere Freude, dass das Institut auch in dieser Beziehung vielfach aufgesucht wurde. Diesbezügliche Arbeiten unserer Gäste sind Nr. 19—25; sie beziehen sich auf die Gebiete der Gewebezüchtung, Immunitätslehre, Giftwirkungen etc. Die ungestörten Arbeitsmöglichkeiten haben ihre Früchte getragen.

4. Unsere Arbeit wurde ferner auf klimatologische und meteorologische Arbeiten ausgedehnt. Einerseits die grosse biologische Bedeutung der Klimaforschung an sich, andererseits aber auch die direkte praktische Aufgabe, das Klima des Balatons, als in hygienischer Beziehung wichtigen Faktor, zu analysieren, hat uns hierzu angeregt. Dank der tatkräftigen Arbeit von Herrn Dozent Dr. A. Réthly und Prof. Dr. A. Belák hat diese Arbeit auf breiter Basis begonnen (Nr. 26—28).

5. Ausser diesen regelmässig bearbeiteten Arbeitsgebieten bringen wir zum Schluss noch einige, im Institut im Laufe dieses Jahres gehaltene Vorträge (Nr. 29—32).

Die Arbeit dieses Jahres war vielfach noch programmatisch, die Untersuchung der meisten Fragen ist noch im Fluss und die veröffentlichten Arbeiten bilden nur den ersten Schritt zu ihrer Lösung. Nach manchen Schwierigkeiten des ersten Jahres hoffen wir auf rege Weiterarbeit im nächsten.

Dr. Friedrich Verzár
Prof. der Physiologie und exp. Pathologie
an der Universität in Debrecen,
Direktor am Biologischen Forschungs-Institut.

TARTALOMJEGYZÉK.

ELŐSZÓ

I. KÉMIAI ÉS FIZIKÁLIS-KÉMIAI VIZSGÁLATOK.

Oldal

1. *Müller Sándor:* A Balaton vizének vegyelemzése 145
2. *Müller Sándor:* A Balatonvíz oxigéntartalmának vizsgálata 157
3. *Ludány György:* A Balaton vizének vezetőképessége. I. rész 161
4. *Verzár Frigyes* és *Ludány György:* A Balaton vizének vezetőképessége. II. rész. Vízinövények hatása a Balaton vizének vezetőképességére 165
5. *Gallé Ilona:* Néhány jódmeghatározás a Balatonban és más, környéki vizekben 172
6. *Ludány György* és *Páter János:* Fotometriás mérések a Balaton vizében 174
7. *Gärtner István:* Interferometriás vizsgálatok a Balatonon 180
8. *Gärtner István:* A Balaton vizének zavarossága 186

II. INGERÜLETI FOLYAMAT ÉLETTANA.

9. *Méhes Gyula:* Adatok az idegingerület humorális átvitelének a kérdéséhez .. 192
10. *Müller Sándor:* Vizsgálatok a perifériás idegekben levő káliumról 209
11. *Méhes Gyula:* Egy állítólagos, lokális reflexről, a m. gastrocnemiusról a m. tibiálisra 220
12. *Verzár Frigyes:* Élő idegek ultrastruktúrája 226
13. *Méhes Gyula:* Egy egyszerű eljárás a kymográfion-forgás szabályozására 235
14. *Verzár Frigyes* és *Ludány György:* A rák elektrokardiogrammja 237
15. *Verzár Frigyes* és *Ludány György:* A rák ideg- és izomműködési áramai. (Vizsgálatok a tónusos ingerületről az idegben) 243
16. *Ludány György:* Állandó ingerre bekövetkező tartós kontrakciókról..... 254
17. *Geiger Ernő:* A kagylók záróizomzatának antagonisztikus beidegzése. I. közlem. 258
18. *Jendrassik Lóránd:* Az agyvelő fiziológiás hatóanyagairól 264

III. ALKALMAZOTT ÉLETTAN STB.

19. *Koller Pius:* Degenerációs és involuciós sejttípusok szövetkultúrákban 291
20. *Koller Pius:* Szövettenyésztés az Emys orbicularis szívének sinus venosusából 294
21. *Reiner László:* Neutrális sók hatása a fehérjék ionizációjára és formaldehyd-kötőképességére 300
22. *Reiner László:* Adatok a hapten aktiválásának kérdéséhez. (Hidegvérű állatokon végzett kísérletek alapján) 312
23. *Méhes Gyula* és *Kokas Eszter:* Adatok az ephedrin hatásmechanizmusáról ... 329
24. *Waltner Klára* és *Waltner Károly:* A kobalt hatása a haemoglobin-értékre és a vörösvérsejtszámra 340
25. *Zih Sándor:* Vizsgálatok a Balaton vizének baktériumtartalmáról 346

IV. METEOROLÓGIA ÉS KLIMATOLOGIA.

Oldal

26. *Belák Sándor* és *Gärtner István:* Levegőelektromossági vizsgálatok Tihanyban 355
27. *Belák Sándor* es *Gärtner István:* Napsugárzásmérések Tihanyban 374
28. *Réthly Antal:* A tihanyi elsőrendű meteorológiai állomás 388

V. ELŐADÁSOK
a Magyar Biológiai Kutató Intézetben.

29. *Méhes Gyula:* A szívhormonokról 402
30. *Schmid Bastian:* Az állatpszichológia modern problémái 402
31. *Réthly Antal:* A meteorológia multja és jelene 403
32. *Verzár Frigyes:* Megnyitóbeszéd 404

INHALTSVERZEICHNISS.

VORWORT

I. CHEMISCHE UND PHYSIKALISCH-CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN.

Seite

1. *Müller, A.:* Die Chemische Analyse des Balatonwassers 151
2. *Müller, A.:* Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt des Balatonwassers .. 159
3. *Ludány, v. G.:* Die Leitfähigkeit des Balatonwassers. I. Teil 164
4. *Verzár, F.* und *Ludány, v. G.:* Die Leitfähigkeit des Balatonwassers. II. Teil. Die Wirkung der Wasserpflanzen auf die Leitfähigkeit des Balatonwassers 168
5. *Gallé, H.:* Der Jodgehalt des Balatonwassers und einiger Nachbargewässer .. 173
6. *Ludány, v. G.* und *Páter, J.:* Photometrische Messungen im Wasser des Balatons 177
7. *Gärtner, St.:* Interferometrische Untersuchungen am Balaton 184
8. *Gärtner, St.:* Die Trübung des Balatonwassers 190

II. PHYSIOLOGIE DES ERREGUNGSVORGANGES.

9. *Méhes, v. J.:* Beiträge zur Frage der humoralen Übertragbarkeit der Herznervenreizung 204
10. *Müller, A.:* Untersuchungen über das Kalium der peripheren Nerven 215
11. *Méhes, v. J.:* Über einen angeblichen lokalen Reflex des M. Gastrocnemius auf den M. Tibialis 223
12. *Verzár, F.:* Die Ultrastruktur lebender Nerven 228
13. *Méhes, v. J.:* Eine einfache Methode zur Regulierung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Kymographion 236
14. *Verzár, F.* und *Ludány, v. G.:* Das Elektrokardiogramm des Sumpfkrebses .. 240
15. *Verzár, F.* und *Ludány, v. G.:* Nerven- und Muskelaktionsströme beim Krebs. (Untersuchungen über den tonischen Erregungsvorgang im Nerven) 251
16. *Ludány, v. G.:* Über Dauerkontraktionen durch konstanten Reiz 256
17. *Geiger, E.:* Über die Innervation des Schliessmuskels der Mollusken. I. Mitteil. 262
18. *Jendrassik, L.:* Über die physiologisch wirksamen Substanzen des Gehirns 279

III. ANGEWANDTE PHYSIOLOGIE ETC.

19. *Koller, P.:* Degenerations- und Involutionszellentypen in Gewebekulturen 292
20. *Koller, P.:* Gewebezüchtung aus dem Sinus venosus des Herzens von Emys Orbicularis 297
21. *Reiner, L.:* Ionisierung und Formaldehydbindung der Eiweisskörper bei Gegenwart von Neutralsalzen 306
22. *Reiner, L.:* Zur Frage der Hapten-Aktivierung. (Auf Grund von Versuchen an Kaltblütern) 320
23. *Méhes, v. J.* und *Kokas, v. E.:* Beiträge zum Wirkungsmechanismus des Ephedrins 337

Seite

24. *Waltner, Klara* und *Waltner, Karl:* Über die Wirkung des Kobalt auf den Haemoglobinwert und die rote Blutkörperchenzahl 345
25. *Zih, A.:* Bakteriologische Untersuchungen des Balatonwassers 351

IV. METEOROLOGIE UND KLIMATOLOGIE.

26. *Belák, A.* und *Gärtner St.:* Luftelektrische Untersuchungen in Tihany 371
27. *Belák, A.* und *Gärtner, St.:* Strahlungsmessungen in Tihany 386
28. *Réthly, A.:* Die meteorologische Station I-ter Ordnung in Tihany 400

V. VORTRÄGE,
gehalten im Ungarischen Biologischen Forschungsinstitut.

29. *Méhes, v. J.:* Über Herzhormone 402
30. *Schmid, B.:* Die modernen Probleme der Tierpsychologie 402
31. *Réthly, A.:* Die Vergangenheit und die Gegenwart der Meteorologie 404
32. *Verzár, F.:* Eröffnungsrede 404

A BALATON VIZÉNEK VEGYELEMZÉSE.

Irta: Dr. Müller Sándor. (Tihany)

Az első Balatonvíz-elemzések már több mint kilencven esztendősek. 1837-ben közli *Sigmund C. L.*[1] az első vizsgálatoknak az eredményét, majd 1862-ben *Preisz Móric*[2] és 1885-ben *Szilasi Jakab*[3] számol be a víz összetételéről. Ezen vizsgálatok azonban összefüggéstelenek voltak, úgy hogy a Balatonról nem nyujtottak egységes képet.

Mikor a Magyar Földrajzi Társaság Balaton-Bizottsága kezébe vette a Balaton-kutatás ügyét, a kémiai rész *Ilosvay Lajos* kezébe került, akinek vizsgálatai[4] bár nem nagy számúak, de tervszerűen felölelve az egész Balatont, nagy vonásokban tisztázták a víznek a különböző helyeken való összetételét és biztos alapot adtak a tervszerű részletes kutatáshoz. Már ezen elemzések beszámolnak a Zala-torkolatnál feltűnően megváltozott viszonyokról és arról, hogy a tó legnagyobb részén viszont meglehetősen egyenletes a víz összetétele.

Az 1927-ben alapított új Biológiai Kutató Intézet a Balaton vizének rendszeres vizsgálatát legelső feladatai közé sorozta.

A következőkben a Balaton több pontjáról vett víz vegyelemzését közlöm, hangsúlyozva azonban azt, hogy az elemzésekből lezárt megállapításokat még tenni nem lehet. Ehhez csak hosszabb időn át végzett rendszeres vizsgálatok nyujthatnak alapot. A jelen esetben oly vizsgálatokat, melyeknél az időbeli vagy az évszakos változások elég nagyok és rendszeresen ingadoznak (redukció, proteidnitrogéntartalom) csak kis mértékben végezhettem. Minthogy azonban ismeretes, hogy az évszakokkal egyes vizek összetétele néha nagyon változik, a jövőben ezen tényezőket is követni fogom. Az eddigi elemzések inkább csak tájékozást óhajtanak nyujtani a hydrochemiai viszonyokról.

A Balaton 600 km²-es felszinével a legnagyobb, átlagosan 3 m-es mélységével egyszersmind egyik legsekélyebb tava Középeurópának. Nagy kiterjedése révén megvan a lehetősége annak, hogy egyes részeiben a víz összetétele nem egyforma, minthogy a medence, illetve part változatossága alkalmat nyujthat bizonyos alkatrészek felvételére, vagy felszaporodására.

A vízminták a következő pontokról származnak: 1. Balatonalmádi, 2. Balatonkenese, 3. az északi medence közepe, 4. Csopak, 5. Balatonfüred, 6. Tihany (a Biológiai Kutató Intézet előtt), 7. Tihanyi fok, 8. Révfülöp, 9. Balatonboglár, 10. Badacsony, 11. Szigliget, 12. Nagyberek Máriatelepnél, 13. Gyenesdiás, 14. Zalatorkolat.

A munkát januárban megkezdve, kisebb-nagyobb megszakításokkal szeptember végéig folytattam. A vízpróbák legtöbbnyire a felszinről származnak, de néhány

„mélyvíz"-elemzést is végeztem, hogy a tóról kapott kép lehetőleg teljes legyen Ezen utóbbiak a felszini vízzel teljes megegyezést mutatnak.

Az elemzésnél a következő módon jártam el. A vizet vagy egyenesen a víztükörről gyüjtőüveggel merítettem, miután ezt a vizsgálandó vízzel többször kiöblítettem, vagy pedig *Ruttner*-merítőpalackkal vettem. Helyben csak szabad CO_2-ra kémleltem és utána a víz a laboratóriumban lehetőleg rögtön munka alá került.

Az elemzéseknél általában a *Winkler Lajos* által ajánlott módszereket[5] alkalmaztam. A lúgosság meghatározása $^n/_{10}$ sósavval való titrálással történt, methylorange indikátor alkalmazásával. Az összes CO_2-ot a *Winkler*-féle gravimetriás eljárással[6] határoztam meg. A redukciót lúgos $^n/_{100}$ káliumpermanganattal való főzéssel és visszatitrálással, a proteidnitrogén mennyiségét pedig előzetes roncsolással (melegítés kaliumpersulfát jelenlétében) kolorimetriásan állapítottam meg.

A kovasav, vas, aluminium, calcium és magnesium egy közös 2 l-es próbából kerültek meghatározásra. A kovasav leválasztása után ammoniával leválasztott vas- és aluminiumhydroxydot kiizzítva, az oxydokat sósavban oldva, egy csepp salétromsavval melegítettem és a gyengén savas oldatban a vasat káliumferrocyaniddal kolorimetriásan határoztam meg. A calciumot, *Winkler* szerint, calciumoxalat-monohydrat alakjában, a magnesiumot magnesiumammoniumphosphat-hexahydrat alakjában mértem. Az alkaliákat külön 1 l vízből határoztam meg, a *Winkler*-féle baryumcarbonatos melegítés és isobutylalkoholos kimosás után; a kalium meghatározására azonban a perchloratos módszert használtam. A sulfátot és chloridot 500—500 cm^3 vízből gravimetriásan határoztam meg, a sulfátnál a zavaró calciumot és magnesiumot, *Winkler* módszere szerint, előzetesen eltávolítva.

A szárazmaradék megállapítása 500 cm^3 vízből történt, bepárlás és 130°-on való kiszárítás után. Mint az elemzési adatok mutatják, ezt a hőmérsékletet kissé alacsonyan választottam, úgy, hogy a kapott értékek kissé magasak.

A víz színtelen és szagtalan, kissé zavaros; a zavarosság legnagyobb része ülepíthető, viszont savban csak részben oldódik (l. 1. függelék).

Az elemzések eredménye a következő:

A szárazmaradék mindenütt egyforma mennyiségű. Ez könnyen érthető, mert már gyenge szél is erős hullámverést és ezzel a víz nagy összekeveredését okozza. A legmagasabb érték 326 mg literenkint, a legkisebb 307, eltekintve a nagybereki és zalai adatoktól, ahol a viszonyok mások. Nem találtam nagyobb változást a befagyott tóban sem, valamint a mélységbeli vízpróbáknál sem. Oly mélységeknél, mint amilyenek a Balatonban vannak, rétegződés alig keletkezhetik és így mélység által előidézett koncentrációváltozások (mint pl. az alpesi tavakban) nem jöhetnek létre.

A kovasav mennyisége kb. 1·3 mg literenkint. A régebbi adatok, *Szilasi*étól[3] eltekintve, többet mutatnak ki. Ingadozást csak a Zalánál tapasztaltam.

Nagyobb eltolódás észlelhető a vas- és aluminiumtartalomban. A vas, mely még az *Ilosvay*-féle elemzésekben 0·49 egyenértékszázalékkal szerepelt, erősen megfogyott, úgy hogy a víz csaknem vasmentesnek mondható. Ezzel szemben az aluminium mennyisége változatlan. Ilyen esetek nem állanak egyedül és többféle magyarázatuk lehet; pl. a Zürichi-tóban a vas és aluminium mennyisége 12 év alatt a negyedére csökkent[7] (2 mg-ról 0·56-ra literenkint). A mindenesetre meglehetősen alkalikus víz (pH=8·62) a vasat leválasztja hydroxyd alakjában. Talaj- és iszappróbák tartalmaznak is változó

mennyiségű vasat, sőt a vízben suspendált szilárd részek is. Minthogy az aluminium-hydroxyd isoelektrikus pontja magasabb, mint a vashydroxydé, érthető ezzel a feltevéssel, hogy ennek a mennyisége nem változott.

Az alkaliák mennyisége meglehetősen állandó ugyan, de a tó nyugati részében a kaliumtartalom erősen esik, viszont közvetlenül a Zalatorkolat előtt erősen megszaporodik.

A bázisképző alkatrészek között a calcium és magnesium játsszák a főszerepet, szabályozzák a hydrogenionkoncentrációt és közvetítik a szabad széndioxydot a vizinövényeknek, amennyiben bicarbonátjaikat a növények felbontják és a felszabaduló szabad széndioxydot az asszimilációhoz felhasználják. Ez a magyarázata annak, hogy a balatoni vizinövények mind mészbevonattal vannak ellátva.

A calcium-magnesium-hányados átlag 1 : 2·26. A víz összkeménysége kb. 13°, amelynek legnagyobb része carbonatkeménység, míg a maradékkeménység mindössze 0·5°.

A vízben szabad széndioxyd nincs jelen. Gyengén alkalikus lévén, 8·62 pH-val, a lúgosságból meghatározott széndioxyd-mennyiség csak „kötött" és „félig kötött" állapotban lehet jelen. Minthogy régebbi adatok szabad széndioxydot is említenek,[8] ellenőrzésül több össz-széndioxydmeghatározást is végeztem, de szabad széndioxydot így sem találtam. Minthogy ezek szerint a teljes szénsavmennyiség kötött állapotban fordul elő, a lúgosságból számított széndioxydmennyiség az „össz-széndioxyd" mennyiségével azonos, mint azt az alábbi meghatározások is bizonyítják:

vízpróba sz.	2	9	11	12	14	15
a lúgosságból számított CO_2	0·2024	0·1962	0·1980	0·2002	0·2033	0·2006
összes CO_2	0·2040	0·1977	0·1980	0·2010	0·2049	0·2030

Utalok azonban a szabad széndioxydnak a hydrogenionkoncentrációval és a hydrocarbonat-széndioxyd-mennyiségével való viszonyára is.[9] *Tillmans* és *Kolthoff* vizsgálatai szerint ugyanis

$$\text{mg. szabad } CO_2/l = \left(\frac{0{\cdot}985 \times H^{\cdot}}{3{\cdot}10^{-7}} - 0{\cdot}015\right) \text{ mg hydrocarbonat. } CO_2$$

ami már 8·30 pH esetén is

$$\left(\frac{0{\cdot}985 \times 4{\cdot}52\,.\,10^{-9}}{3{\cdot}10^{-7}} - 0{\cdot}015\right) \times 196{\cdot}0 = 0 \text{ mg}$$

széndioxydot tesz ki, a mi esetünkben pedig már negatív értékeket szolgáltat.

Qualitative az is mutatja a szabad széndioxyd hiányát, hogy a víz zavarosságát nagyrészben calciumcarbonát okozza, amely az elbontott calciumcarbonátból származik. Hogy a lúgosság ennek dacára csak kis ingadozásokat mutat, annak az lehet a magyarázata, hogy az aránylag nagy vízfelület elegendő széndioxydot tud a levegőből abszorbeálni, hogy a vizinövények által megbontott calciumcarbonát—calcium-hydrocarbonát-egyensúlyt helyreállítsa, másrészt pedig a disszimiláció révén is nyer a víz némi széndioxydot. Ennélfogva biogén mésztelenítés nem állhat be a széndioxyd

hiánya folytán, mint más tavakban[10] Ezzel természetesen egy évszakos mésztelenítést még nem zártunk ki.

Az aránylag magas carbonát-hydrocarbonát-tartalom folytán a víznek tekintélyes pufferezőképessége van, mert „a szénsav és a vele kötött bázisok látszólag azon pufferek, melyek a hydrogenionkoncentrációt szabályozzák.. és többé vagy kevésbbé állandó értéken tartják".[11]

A sulfattartalom majdnem mindenütt egyforma, a Zalatorkolat előtt és a Nagybereknél azonban erősen lecsökken. Ezzel szemben a chlorid-ion kivétel nélkül mindenütt egyforma mennyiségben van jelen, ami egyszersmind állandó jodideloszlást tesz valószínűvé. Phosphatok a vízben csak nyomokban találhatók, hasonlóképen nitratok is, melyek főleg az északi medencében mutathatók ki.

Ezen adatok azt bizonyítják, hogy a tó összetétele közel állandó, mert „az a folytonos és gyakran erőteljes mozgás, melyben a Balaton vize van, a valószínűleg különböző chemiai összetételű vizekből, meglehetősen egyenlő összetételű és töménységű oldatot létesít".[12]

Ilosvay adatait a jelen vizsgálatok eredményeivel összehasonlítva, bizonyos változások észlelhetők. A víz hígabb és így minden alkatrésznél bizonyos csökkenés tapasztalható .A kovasav mennyisége 36 év alatt több mint 30%-kal csökkent. A vas nagy része eltűnt a vízből. Az alkaliföldfémek egyenértékhányadosa megváltozott ugyan a calcium javára, de tekintettel a magnesium mennyiségének kismértékű csökkenésére, összsúlyuk állandó maradt. A kalium mennyisége kissé csökkent, a natriumé nem változott. Csupán a tó nyugati felében van növekvő mennyiségben, ami a Zalatorkolatnál is látható, ahol 15 mg-ról 19-re szaporodott, míg a kalium általános csökkenő tendenciájának megfelelően itt is esett. A sulfat-ionnál kb. 20%-os csökkenés észlelhető.

Az eredményeket helykímélés céljából nem teljes részletességgel, hanem két táblázatban összefoglalva közlöm. A közölt két részletes elemzés adatai állapíttattak meg a többi vízpróbában is.

Ezen számok nagyjában tájékozódást nyujtanak a tó vizéről, de az adatok közötti hézagokat még a további rendszeres vizsgálatok fogják kitölteni.

Tabelle I. táblázat.

Az elemzések összefoglalása. — Zusammenstellung der Analysenergebnisse.
A vízben levő alkatrészek (mg/l). — Die Bestandteile des Wassers (in mg/l).

	$Al^{\cdots}$	$Fe^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$K^{\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Cl'	SO_4''	HCO_3'	CO_3''	H_2SiO_3	Rückstand
B.-Almádi	—	—	29·9	41·0	5·46	21·76	9·3	45·6	264·4	13·4	13·5	307·0
B.-Kenese	1·37	0·05	28·76	40·7	5·52	23·8	9·9	47·6	266·4	14·40	13·65	314·2
Északi medence												
Nördl. Becken ..	1·49	0·043	28·0	40·6	5·33	22·4	9·16	44·9	264·9	14·9	13·65	312·4
U. a. 1 m mélyen												
Dasselbe 1 m Tiefe	1·49	0·046	28·74	40·75	5·32	23·3	9·8	45·8	270·2	13·8	13·65	316·2
Csopak	1·30	0·045	30·1	39·4	5·10	23·08	9·4	45·0	255·6	16·2	13·6	326·0
B.-Füred	1·25	0·04	28·8	40·2	5·24	23·08	9·2	44·5	253 92	19·9	13·0	321·0
Tihany	—	—	31·4	39·7	5·3	24·0	9·7	44·2	277·53	12·45	14·2	318·4
Tihany	1·25	0·05	29·5	40·8	5·07	22·6	9·06	46·2	249·05	22·75	13·0	316·2
Tihanyi félsziget csúcsa												
Kap von Tihany	1·25	0·04	28·8	40·5	5·16	22·8	9·4	46·4	260·15	15·85	13·1	317·9
U. a. 5 m mélyen												
Dasselbe 5 m Tiefe	1·25	0·045	29·0	40·6	5·16	22·6	9·25	45·3	255·05	18·95	13·5	322·1
U. a. 10 m mélyen												
Dasselbe 10 m Tiefe	1·29	0·04	28 4	40·7	5·25	22·7	9·5	44·5	256·85	17·25	13·3	318·2
Révfülöp	1·2	0·043	29·0	39·9	5·2	21·8	9·3	46·4	264·0	11·8	13·4	321·4
U. a. 2 m mélyen												
Dasselbe 2 m Tiefe	1·25	0·047	30·0	40·75	5·38	22·9	9·5	46·1	249·05	23·75	13·3	321·4
B.-Boglár	1·28	0·049	29·6	40·42	5·05	23·2	10·0	44·3	262·3	19·5	13·8	307·2
Badacsony.....	1·31	0·05	30·5	40·7	5·38	24·67	9·25	46·6	251·75	27·05	13·3	309·2
Szigliget	1·33	0·04	27·2	40·0	3·96	22·8	9·4	44·27	265·05	10·95	14·3	306·2
Nagyberek.....	1·60	—	33·4	38·8	3·4	20 5	9·4	36·0	222·1	38·7	12·9	301·4
Gy.-Diás	1·59	0·03	25·9	37·6	3·46	23·42	9·2	43·0	264·87	5·93	11·15	304·9
Zala-beömlés												
Zala-Mündung ..	1·22	0·062	31·6	32·0	9·09	19·0	9·4	23·4	239·6	22·7	11·05	272·6

Az alkatrészek egyenértékszázalékban kifejezve. — Die Bestandteile in Aequivalentprozenten ausgedrückt.

	$Al^{\cdots}$	$Fe^{\cdot\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$K^{\cdot}$	$Na^{\cdot}$	Cl'	SO_4''	HCO_3'	CO_3''
B.-Almádi	—	—	24·16	55·54	2·29	15·54	4·32	15·62	72·40	7·66
B.-Kenese	2·48	0·003	23·58	54·70	2·32	16·92	4·40	16·20	71·50	7·90
Északi medence										
Nördl. Becken	2·75	0·003	23·11	55·33	2·27	16·64	4·30	15·65	72·80	8·25
Ugyanaz 1 m mélyen										
Dasselbe 1 m Tiefe	2·69	0·003	23·50	55·00	2·28	16·53	4·50	15·55	72·45	7·50
Csopak	2·40	0·003	24·90	53·85	2·15	16·70	4·40	15·40	71·20	9·00
B.-Füred	2·32	0·0024	23·85	54·85	2·24	16·74	4·30	15·4	69·3	11·0
Tihany.....	2·47	—	25·37	53·00	2·21	16·95	4·44	14·9	73·39	6·76
Tihany.....	2·30	0·003	24·25	59·69	2·06	15·70	4·20	15·90	67·45	12·45
Tihanyi félsziget csúcsa										
Kap von Tihany	2·13	0·0025	23·93	55·45	2·09	16·40	4·38	16·05	70·80	8·77
Ugyanaz 5 m mélyen										
Dasselbe 5 m Tiefe	2 32	0·003	24·15	55·63	2·20	15·7	4·16	15·7	69·44	10·76
Ugyanaz 5 m mélyen										
Dasselbe 10 m Tiefe	2·28	0·0028	22·90	56·10	2·22	16·5	4·47	15·65	70·25	9·63
Révfülöp	2·47	0·0025	24·20	55.19	2·24	15·9	4·41	16·21	72·77	6·61
Ugyanaz 2 m mélyen										
Dasselbe 2 m Tiefe	2·25	0·003	24·58	54·90	2·26	16 01	4·36	15·7	67·2	12·74
B.-Boglár.....	2·303	0·003	24·05	53·95	2·09	17·60	4·58	14·96	69·96	10·50
Badacsony	2·39	0·003	25·10	53.80	2·21	17.50	4·18	15·7	65·30	14·82
Szigliget	2·53	0·0023	23·12	55·9	1·70	16·75	4·49	15·5	74 00	6·21
Nagyberek	1·60	—	28·14	53·80	1·44	15·02	4·45	12·65	61·30	21·60
Gy.-Diás	3·21	0·0017	22·75	55·07	1·57	17.4	4·61	16·09	76·75	3·55
Zala-beömlés										
Zala-Mündung	2·42	0·004	29·35	48·65	4·29	15·3	4·73	9·02	72·25	13·9
Ilosvay: Balaton	2·67	0·49	20·65	58·76	2·65	14·78	4·66	20·83	71·35	2·75
„ Zala-Mündung ..	0·38	0·74	19·44	62·65	5·17	11·62	3·17	11·66	84·79	0·38

Részletezett elemzések:

Alkatrész — Bestandteil	Lemérve — Gewogen		ccm vízben in ccm Wasser	Az alkatrész súlya Gewicht des Bestandteiles mg/l	Millinorm	Äquivalent-%
	mint — als	mg				
Tihany. (A Biológiai Intézet és a Fok között, az ú. n. „Méheskőaljá"-nál, mintegy 300 m-re a parttól. Zwischen dem Biologischen Institut und dem Kap, an dem sog. „Méheskőalja". Etwa 300 M ostwärts von dem Ufer entfernt.)							
1928. III. 28. 0·5 m a víz felszíne alatt. — 0·5 M unter dem Wasserspiegel.							
Aluminiumion $Al^{...}$	Al_2O_3	4·7	2000	1·25	0·139	2·30
Ferroion $Fe^{..}$	Fe_2O_3	0·14	2000	0·05	0·0002	0·003
Calciumion $Ca^{..}$	$CaC_2O_4 \cdot H_2O$	215·4	2000	29·5	1·472	24·25
Magnesiumion $Mg^{..}$	$Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$	801·8	2000	40·8	3·362	55·69
Kaliumion $K^{.}$	$KClO_4$	18·1	1000	5·07	0·129	2·06
Natriumion $Na^{.}$	NaCl	57·4	1000	22·6	0·948	15·70
		—	—	—	6·050	100·00
Chloridion Cl'	AgCl	18·3	500	9·06	0·256	4·20
Sulfation SO_4''	$BaSO_4$	56·0	500	46·2	0·965	15·90
Hydrocarbonation HCO_3'	lúgosság — Alkalinität	—	100	249 05	4·064	67·45
Carbonation CO_3''		—	—	22·75	0·765	12·45
		—	—	—	6·050	100·00
Az ionok összege — Ionensumme	—	—	—	426·33	—	—
Kovasav — Kieselsäure H_2SiO_3	SiO_2	20·0	2000	13·0	—	—
Oldott alkatrészek — Summe des Gelösten	—	—	—	439·33	—	—
Szárazmaradék (130°) — Abdampfrückstand	talált — gefunden	—	—	316·2	—	—
	számított — berechnet	—	—	309·83	—	—
Szabad (freie) CO_2	—	nincs — nicht vorhanden				
Proteidnitrogen	—	0·10 mg/l				
Redukció	—	4·13 cm^3 $^n/_{100}$ $KMnO_4$				
Nitrat	—	nyomok — Spuren				
Phosphat	—	nyomok — Spuren				
Lúgosság — Alkalinität	—	4·46 cm^3 $^n/_{10}$ HCl/100 cm^3				
Zalatorkolat. — Zala-Mündung. (Kb. 500 m-re a torkolattól. — Etwa 500 M weit von der Mündung.)						
1928. VIII. 28. 0·3 m a víz felszíne alatt. — 0·3 M unter dem Wasserspiegel.						
Aluminiumion $Al^{...}$	Al_2O_3	4·6	2000	1·22	0·131	2·42
Ferroion $Fe^{..}$	Fe_2O_3	0·178	2000	0·062	0·00025	0·004
Calciumion $Ca^{..}$	$CaC_2O_4 \cdot H_2O$	229·8	2000	31·6	1·580	29·35
Magnesiumion $Mg^{..}$	$Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$	628·4	2000	32·0	2·630	48·65
Kaliumion $K^{.}$	$KClO_4$	32·2	1000	9·087	0·2315	4·29
Natriumion $Na^{.}$	NaCl	48·2	1000	19·0	0·8261	15·3
		—	—	—	5·399	100·00
Chloridion Cl'	Ag Cl	19·0	500	9·4	0 261	4·73
Sulfation SO_4''	Ba SO_4	28·4	500	23·4	0·487	9·02
Hydrocarbonation HCO_3'	lúgosság — Alkalinität	—	100	239·6	3·90	72·25
Carbonation CO_3''		—	—	22·7	0·751	13·9
		—	—	—	5·399	100 00
Az ionok összege — Ionensumme	—	—	—	388·07	—	—
Kovasav — Kieselsäure H_2SiO_3	SiO_2	17·02	2000	11·05	—	—
Oldott alkatrészek — Summe des Gelösten	—	—	—	399·12	—	—
Szárazmaradék (130°) — Abdampfrückstand	talált — gefunden	—	—	272·65	—	—
	számított — berechnet	—	—	266·06	—	—
Szabad — freie CO_2	—	nincs — nicht vorhanden				
Nitrat	—	nincs — nicht vorhanden				
Phosphat	—	nyomok — Spuren				
Lúgosság — Alkalinität	—	4·30 cm^3 $^n/_{10}$ HCl/100 cm^3				

I. FÜGGELÉK.

A Balatonvíz zavarossága nagyrészt eltávolítható quantitatív szűrőpapíron, vagy vastagon rétegzett Gooch-tégelyen való átszűréssel, vagy pedig centrifugálással.

Ennek mennyisége Demény László elemzései szerint csendes időben 4·6—6·3 mg/l, viharos időben 17·5—17·8 mg/l.

Egy minta összetétele a következő volt:

$CaCO_3$	3·37	mg/l
$MgCO_3$	1·50	„
SiO_2	1·30	„

A SiO_2 viharos időben kétszer akkora mennyiségben volt az üledékben jelen.

Az üledékben lévő organikus anyag oxygenfogyasztása viharos időben 10·5 cm^3 n/10 $KMnO_4$-nak felelt meg literenként, csendes időben 6·49—7·10 cm^3-nek.

Kimutatható volt még Fe és P jelenléte.

II. FÜGGELÉK.

A Balatonvíz fagyáspontcsökkenése 0·02 ± 0·005°, ami 0·266 atm. osmotikus nyomásnak felel meg (Ludány György meghatározása).

Az oldott grammionok mennyisége eszerint 0·01081, ami egy 0·0054 n NaCl-oldatnak (0·0361%) felel meg. Ez az érték a hibahatárokon belül egyezik az észlelt interferometriás értékkel.

A víz hydrogenionkoncentrációja (elektrometriásan, valamint kresolvörössel és thymolkékkel kolorimetriásan mérve): $H^{\cdot} = 2{\cdot}4 . 10^{-9}$, azaz pH = 8·62.

DIE CHEMISCHE ANALYSE DES BALATON-WASSERS.

Von Dr. Alexander Müller.

Die ersten chemischen Untersuchungen über das Wasser des Balaton sind schon mehr als neunzig Jahre alt. Im Jahre 1837 wurden Analysen von *C. L. Sigmund*[1] mitgeteilt. Ihm folgen im Jahre 1862 *M. Preisz*[2] und *J. Szilasi.*[3] Diese Untersuchungen stehen aber vereinzelt und ohne Zusammenhang da und bieten keine zusammenhängende Vorstellung über die chemischen Verhältnisse des Balatons.

Als die Ungarische Geographische Gesellschaft einen Ausschuss für Balatonforschung bildete, ist die chemische Arbeit *L. Ilosvay* zuteil geworden. Seine, leider nur wenigen Analysen[4] umfassen planmässig den ganzen Balaton und geben im grossen und ganzen Aufschluss über die Zusammensetzung des Wassers in verschiedenen Teilen des Sees und bilden somit eine feste Grundlage für die weitere systematische Forschung. Es ist schon aus diesen Analysen die auffällige Veränderung in der

Zusammensetzung beim Einfluss der Zala, ferner die ziemlich gleichmässige Zusammensetzung an den anderen Stellen des Sees ersichtlich.

Als im Jahre 1927 das neue Biologische Forschungsinstitut gegründet wurde, wurden die systematischen Wasseranalysen unter seine ersten Programmpunkte aufgenommen.

In dem Folgenden gebe ich die chemischen Analysen des Balatons. Es muss dabei aber betont werden, dass diese abgeschlossene Feststellungen noch keineswegs erlauben. Es wurden Untersuchungen, bei denen die zeitliche Veränderungen gross oder wenigstens regelmässig schwankend sind (Reduktionswert, Ammoniak-, Proteidstickstoffgehalt usw.), wenig berücksichtigt und ihre Ermittelung soll später erfolgen. Dessen wohlbewusst, dass einige Gewässer mit den Jahreszeiten in ihrer chemischen Beschaffenheit manchmal erhebliche Schwankungen zeigen, werden diese am Balaton auch untersucht werden. Die bisherigen Analysen bieten mehr eine Orientierung über die hydrochemischen Verhältnisse.

Der See mit seiner 600 qkm Oberfläche ist der grösste, mit seiner durchschnittlichen 3 m Tiefe aber auch einer der seichtesten Seen Mitteleuropas. Bei seiner grossen Ausdehnung wären chemische Unterschiede einzelner Stellen wohl zu erwarten, da die mannigfaltige Gestaltung des Beckens und des Ufers zur Anreicherung oder Aufnahme einzelner Bestandteilen Gelgenheit bietet.

Die Punkte, von welchen die Wasserproben genommen wurden, sind verteilt, wie folgt: 1. Balaton-Almádi, 2. Balaton-Kenese, 3. Mitte des nördlichen Seebeckens, 4. Csopak, 5. Balaton-Füred, 6. Tihany bei dem Biologischen Institut, 7. Das Kap von Tihany, 8. Révfülöp, 9. Balaton-Boglár, 10. Badacsony, 11. Szigliget, 12. Nagyberek bei Máriatelep, 13. Gyenes-Diás, 14. Zala-Mündung.

Die Arbeit wurde im Januar begonnen und dauerte bis Ende September. Die Wasserproben sind meistens von der Oberfläche genommen, aber ich führte auch „Tiefwasser"-Analysen aus, die eine völlige Übereinstimmung mit dem oberflächlichen Wasser ergaben.

Bei den Untersuchungen verfuhr ich nach den folgenden Methoden. Das Wasser wurde entweder von dem Wasserspiegel direkt mit dem Transportglas geschöpft, nachdem dieses mit dem zu untersuchenden Wasser gründlich ausgespült wurde, oder (bei den Tiefwasserproben) mit der *Ruttner*schen Schöpf-Flasche zutage gefördert. An Ort und Stelle wurde das Wasser nur auf Sauerstoff und freie Kohlensäure untersucht, dann ins Laboratorium gebracht und möglichst bald in Arbeit genommen.

Bei den Analysen wurden meistens die von *L. C. Winkler* empfohlenen Methoden[5] angewendet.

Die Alkalinität wurde durch Titrieren mit n/10 HCl mit Methylorange-Indikator ermittelt. Die Gesamtkohlensäurebestimmungen wurden nach dem Winklerschen gewichtsanalytischen Verfahren ausgeführt.[6] Die Reduktionswerte sind durch Kochen und Titrieren mit n/100 alkalischem Kaliumhypermanganat, die Proteid-Stickstoff-Werte nach vorherigem Erwärmen des Wassers mit Kaliumpersulfat kolorimetrisch bestimmt.

Die Kieselsäure, Eisen und Aluminium, Calcium und Magnesium wurden in einer Probe von 2 Liter Wasser (im Hinblick auf die kleine Eisenmenge) bestimmt. Das Eisen wurde aus dem Eisen-Aluminium-Hydroxyd-Niederschlag nach Glühen und

Aufnahme und Erwärmen mit 1 Tropfen Salpetersäure versetzter 10%-iger Salzsäure, in schwach saurer Lösung mit Ferrocyankalium kolorimetrisch bestimmt. Das Calcium wurde nach *L. C. Winkler* in Form von Calciumoxalat-Monohydrat, das Magnesium als Magnesium-Ammonium-Phosphat-Hexahydrat bestimmt. Die Gesamtmenge der Alkalien wurde in einer besonderen Probe von 1 Liter Wasser nach der Winklerschen Methode der Baryumkarbonatbehandlung und nachheriger Isobutylalkohol-Waschung bestimmt und weiter das Perchloratverfahren angewendet. Das Sulfat und Chlorid wurde aus dem Trockenrückstand von je 500 cm^3 Wasser gravimetrisch bestimmt, nachdem bei der Sulfatbestimmung das störende Calcium und Magnesium nach dem Vorschlag von *L. C. Winkler* entfernt wurden.

Der Trockenrückstand wurde von 500 ccm Wasser, nach Eindampfen und Austrocknen bei 130° ermittelt. Wie die Analysenwerte zeigen, war die Austrocknungstemperatur etwas zu niedrig gewählt, so dass die Werte etwas zu hoch ausfielen.

Das Wasser ist farb- und geruchlos, etwas trüb; der grösste Teil der Trübung lässt sich sedimentieren, dagegen durch Säure nicht vollständig aufheben.

Die Analysen ergaben folgendes:

Der Trockenrückstand erwies sich als sehr gleichmässig verteilt. Das ist leicht erklärlich, da bereits bei ziemlich schwachem Wind ein kräftiger Wellenschlag und dadurch eine gründliche Durchmischung hervorgerufen wird. Der grösste Wert ist 326 mg für Liter, der kleinste 307, abegesehen von dem Befund von Nagyberek und der Zalamündung, wo die Verhältnisse anders liegen. Es lassen sich auch bei den Tiefwasseranalysen keine grösseren Veränderungen finden. Das überrascht nicht, da solche Tiefen, wie man sie in dem Balaton findet, keiner Schichtung Gelgenheit bieten, folglich können solche Konzentrationsveränderungen, die die durch die Tiefe bedingt sind (wie in den Alpenseen), hier gar nicht in Frage kommen.

Die Menge der Kieselsäure macht ungefähr 1·3 mg für das Liter aus. Ältere Angaben zeigen mehr, wenn man von der Analyse *J. Szilasi*'s[3] absieht. Es ergeben sich in der Menge keine grössere Schwankungen, bloss bei der Zala.

Grössere Verschiebung hat in dem Eisen-Aluminiumgehalt stattgefunden. Das Eisen, das in den Analysen von *Ilosvay* noch mit dem Aequivalentquotienten 0·49 vertreten ist, ist beinahe vollständig verschwunden, so dass das Wasser als beinahe eisenfrei anzusprechen ist. Das Aluminium ist dagegen fast unverändert geblieben. Solche Fälle sind nicht unbekannt und können zur Genüge erklärt werden. So ist z. B. in dem Züricher See die Menge des Eisens und Aluminiums in zwölf Jahren auf den vierten Teil gesunken[7] (von 2 mg/l auf 0·56). Das deutlich alkalische Wasser (pH 8·62) scheidet das Eisen als Hydroxyd ab. In der Tat enthalten die Bodenproben immer Eisen, ebenso die im Wasser befindliche Suspension. Da der isoelektrische Punkt für Aluminiumhydroxyd höher liegt, ist es erklärlich, dass dieser Bestandteil erhalten blieb.

Die Menge der Alkalien ist ziemlich konstant. Eine auffallende Änderung tritt in dem westlichen Teile des Sees auf, wo der Kaliumgehalt sinkt, aber dicht vor der Zalamündung wieder stark ansteigt.

Die Hauptmenge der basebildenden Bestandteile machen Calcium und Magnesium aus. Sie spielen die grösste Rolle in dem Wasserleben, indem sie die Wasserstoffionenkonzentration regeln und die Kohlensäure den Wasserpflanzen übermitteln dadurch, dass ihre Bikarbonatsalze durch die Wasserpflanzen unter Kohlensäure-

entnahme zerlegt werden. Diese Erscheinung bringt es mit sich, dass die Plattenseepflanzen von einer Kruste, die sehr viel kohlensauren Kalk enthält, mehr oder minder bedeckt sind.

Der Calcium-Magnesiumquotient beträgt durchschnittlich 1 : 2·26. Die Gesamthärte des Wassers macht etwa 13° aus, wobei der grösste Anteil Karbonathärte ist und die Resthärte nur 0·5° aufweist in deutschen Härtegraden.

Das Wasser besitzt keine freie Kohlensäure. Da es schwach alkalisch ist, mit einem pH = 8·62, kann die aus der Alkalität berechnete Kohlensäuremenge nur in „gebundenem" und „halbgebundenem" Zustande vorhanden sein. Da frühere Angaben über einen Gehalt an freier Kohlensäure vorliegen,[8] habe ich zur Kontrolle mehrere Gesamtkohlensäurebestimmungen vorgenommen, aber ich konnte auf dieser Weise keine freie Kohlensäure nachweisen.

Da die gesamte Kohlensäure nur noch in gebundenem Zustande vorkommt, ist die durch Alkalinitätsbestimmungen ermittelte Kohlensäuremenge mit der der Gesamtkohlensäure gleich, wie dies folgende Bestimmungen zeigen:

Wasserprobe Nr.	2	9	11	12	14	15
CO_2 aus d. Alkalinität ber.	0·2024	0·1962	0·1980	0·2002	0·2033	0·2006
Gesamt-CO_2	0·2040	0·1977	0·1980	0·2010	0·2049	0·2030

Ferner soll auf den Zusammenhang der freien Kohlensäure mit der Wasserstoffionenkonzentration und der Hydrokarbonatkohlensäure hingewiesen werden.[9] Nach den Untersuchungen von *Tillmans* und *Kolthoff* besteht der Zusammenhang

$$\text{mg freie } CO_2 \text{ pro L} = \left(\frac{0{\cdot}985 \times H^{\cdot}}{3{\cdot}10^{-7}} = 0{\cdot}015\right) \text{ mg Hydrocarbonat. } CO_2 \text{ pro L}$$

die schon bei einem pH von 8·30

$$\left(\frac{0{\cdot}985 \times 4{\cdot}52\,.\,10^{-9}}{3{\cdot}10^{-7}} - 0{\cdot}015\right) \times 196{\cdot}0 = 0 \text{ mg}$$

Kohlensäure ausmacht und in unserem Falle sogar negative Werte liefert.

Qualitativ ergibt sich die Abwesenheit der freien Kohlensäure auch dadurch, dass das Wasser eine eigentümliche und charakteristische Trübung besitzt, eine weisse Suspension, die nach hiesigen Untersuchungen zum Teil aus kohlensaurem Kalk besteht, der von dem zerlegten Calziumhydrokarbonat herstammt. Dass die Alkalinität dennoch keine übergrosse Schwankungen zeigt, lässt sich dadurch erklären, dass die verhältnismässig sehr grosse Wasseroberfläche genügende Luftkohlensäure absorbieren kann, um das durch die Wasserpflanzen gestörte Calziumkarbonat-Calziumhydrokarbonatgleichgewicht herzustellen, anderseits erfährt das Wasser durch Dissimilation Kohlensäureanreicherung. Es erfolgt deshalb auch keine biogene Entkalkung in dem Sinne, wie sie in anderen Seen durch Kohlesäuremangel bedingt ist,[10] wie das, soweit aus dem Vergleich älterer und vorliegender Analysen feststellbar, ersichtlich ist. Damit soll aber die Möglichkeit einer jahresperiodischen Entkalkung nicht ausgeschlossen werden.

Infolge des verhältnismässig hohen Karbonat-, bzw. Hydrokarbonatgehaltes ist dem Wasser eine beträchtliche Pufferungsmöglichkeit gegeben, denn „die Kohlensäure und die mit ihr gebundenen Basen erscheinen als diejenigen Puffer, welche die Wasserstoffionenkonzentration . . . bestimmen und mehr oder weniger konstant erhalten".[11]

Der Sulfatgehalt ist fast überall gleich und nur vor der Zalamündung und bei Nagyberek erleidet er eine starke Senkung. Demgegenüber ist das Chlorid-Ion ausnahmslos überall konstant, sogar bei der Zalamündung ist keine Veränderung festzustellen, was gleichzeitig auch eine gleichmässige Jodidverteilung erwarten lässt.

Phosphate sind in dem Wasser nur in Spuren vorhanden. Ebenso auch Nitrate, die hauptsächlich in den nördlichen Becken vorkommen.

Diese Befunde zeigen also, dass die Zusammensetzung des Wassers eine beinahe gleichmässige ist, denn „die ununterbrochene und oft recht gewaltsame Bewegung, in welcher sich das Wasser des Balatonsees befindet, stellt aus den chemisch wahrscheinlich verschieden zusammengesetzten Wässern eine Lösung ziemlich gleicher Zusammensetzung und Konzentration her".[12]

Beim Vergleich der Ergebnisse von *Ilosvay* mit den meinen, zeigen sich in der Zusammensetzung einige Veränderungen. Die Menge der Kieselsäure ist in den 36 Jahren um zirka 30% zurückgegangen. Das Eisen ist aus dem Wasser beinahe verschwunden. Die Erdalkalimetalle haben sich nur in ihrem Aequivalenzverhältnis geändert, das zugunsten des Calciums verschoben ist. Das Kalium ist etwas zurückgegangen, das Natrium aber hat sich fast nicht verändert. In dem westlichen Teile ist es im Ansteigen. Dass lässt sich auch bei der Zalamündung feststellen, wo es von 15 mg auf 19 stieg, während das Kalium seiner allgemeinen sinkenden Tendenz folgend auch hier zurückgegangen ist. Es ist ferner ein etwa 20%-iger Rückgang an Sulfat-Ion festzustellen.

Die Analysen wurden in zwei Tabellen zusammengestellt. (S. S. 149.) Von einer detaillierten Wiedergabe wurde wegen Raummangel abgesehen. Die Daten der zwei als Beispiel mitgeteilten Einzelanalysen wurden auch in den anderen ermittelt.

Diese Zahlen geben zwar eine Orientierung im grossen und ganzen über die Verhältnisse in dem Balatonseewasser, es sind aber die später folgenden regelmässigen Untersuchungen dazu berufen, diese Angaben weiter auszubauen und die noch vorhandenen Lücken auszufüllen.

I. ANHANG.

Die Trübung des Balatonwassers ist zum grössten Teil durch Filtrieren durch quantitatives Filterpapier, bzw. dicht beschichteten Goochtiegel, durch Zentrifugieren zu entfernen.

Die Substanz beträgt nach Analysen von Herrn *L. Demény* bei ruhigem Wetter 4·6—6·3 mg/L, bei stürmischem Wetter 17·5—17·8 mg/L.

Das Sediment, bzw. Filtrat enthielt in einer Probe:

$CaCO_3$	3·37	mg/L
$MgCO_3$	1·50	„
SiO_2	1·30	„

SiO_2 war bei stürmischem Wetter in doppelt so grosser Menge auffindbar.

Organische Substanz war im Sediment 6·49, bzw. 7·10 ccm bei ruhigem, dagegen 10·4 cm^3 $KMnO_4$ bei stürmischem Wetter pro L vorhanden.

Ausserdem war in dem Sediment Fe und P nachzuweisen.

II. ANHANG.

Die Gefrierpunktserniedrigung des Balatonwassers beträgt 0·02 ± 0·005°. Das gibt einen osmotischen Druck von 0·266 Atm. (Bestimmung von *G. v. Ludány.)*

Die Zahl der gelösten Grammionen beträgt demnach 0·01081. Das entspricht einer 0·0054 n NaCl-Lösung (0·0361%). Dieser Wert stimmt mit dem beobachteten Interferometerwert innerhalb der Fehlergrenzen überein.

Die Wasserstoffionenkonzentration berägt im Balaton (elektrometrisch und mittels Kresolrot und Thymolblau kolorimetrisch gemessen): $H^{\cdot} = 2{,}4 \cdot 10^{-9}$, bzw. pH = 8·62.

IRODALOM, — LITERATUR.

[1] C. L. *Sigmund*, Füreds Mineralquellen und der Plattensee. 1837. pag. 20.

[2] *Preisz M.*, Magy. Tud. Akad. Értesítő. *IV. B.* Pest, p. 355.

[3] *Szilasi I.*, Math. term.-tud. Közl. Tud. Akad. *B. V. 7.* 200. [1887.]

[4] *Ilosvay L.*, A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I., 6. rész. [1890.] Budapest. In deutscher Sprache erschienen: Resultate d. wissenschaftl. Erforsch. d. Balatonsees. I., Teil 6. [1890.] Wien.

[5] *L. C. Winkler* in *Lunge-Berl:* Chemisch-technische Untersuchungsmethoden. *1921.* S. 485.

[6] *L. C. Winkler*, Zeitschr. f. anal. Chem. *52.* 421. [1913.]

[7] *L. Minder*, Arch. f. Hydrobiol. *12.* 122. [1920.]

[8] *Ilosvay L.* l. c.

[9] *I. M. Kolthoff*, Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genussmittel. *41.* [1921.]; *I. Tillmans*, Zeitschr. f. Nahr.- u. Genussmittel. *38.* [1919.]; *W. Schöperclaus*, Zeitschr. f. Fischerei. *24.* 71. [1926.]

[10] *L. Minder.* Verh. Intern. Ver. f. Limnol. *1923.* 20., Zeitschr. f. Hydrobiol. *3.* 17. [1926.]; *E. Unger*, Verh. Intern. Ver. f. Limnol. *1924.* 429.

[11] *E. M. Kreps*, Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. Hydrogr. *15.* 240. [1926.]

[12] *Ilosvay L.* l. c.

A BALATONVÍZ OXYGENTARTALMÁNAK VIZSGÁLATA.

Irta: Dr. Müller Sándor (Tihany)

Az aránylag igen nagy felületű Balaton vize (600 km² felület mellett átlag csak 3 méter mély) oxygénnel telített, illetve kissé túltelített.[1] A gyakori szelek erős hullámzást hoznak létre és így a víz igen nagy felületen érintkezhet a levegővel. Csendes időben a víz felszínétől a víz fenekéig folyó erőteljes planktonasszimiláció is hozzájárul a víz oxygéntartalmának emeléséhez.

A tó Thienemann III. sz. típusába tartozik,[2] minthogy a tavasszal meginduló termikus rétegeződés rögtön megbomlik és minden mélységben azonos oxygéntartalom és hőmérséklet áll elő. Igyekeztünk rétegeződést kimutatni és eziránybam sok mérést végeztünk, de kis és teljesen rendszertelen oxygéntartalomkülönbségektől eltekintve, rétegeződést nem találtunk, még a napszakok által előidézettet sem. A tónak majdnem minden részében ugyanazon viszonyok uralkodnak, a víztükörtől a vízfenékig, reggeltől estig, téltől nyárig.

Az oxygentartalom a mindenkori hőmérsékletnek megfelelő telitettségnek általában 105—115%-a; a legtöbb érték ezek közt a határok közt mozog, csak a Zala torkolatánál kaptunk valamivel kisebb értékeket. Azonban vihar alkalmával, amikor a víz jól felkeveredött, az oxygéntartalom ezen a helyen is az átlagos értéknek megfelelő volt. Néhány jég alatt végzett mérés ugyancsak a hőmérsékletnek megfelelő telítettséget mutatott. Hasonló esetet írtak le az észak-német tavak egész sorozatáról.[3] Ezt a jelenséget a phytoplankton asszimilációs működésének tulajdonítják.

A nyári és téli telítettségi érték azonos ugyan, de az oxygén abszolut mennyisége a nagy évi hőmérsékletkülönbségek folytán jelentős mértékben változik. Így pl. nyár derekán az oxygén mennyisége a téli mennyiség kétharmada, sőt esetleg a felére is csökken.[4]

Az alábbi adatok azt bizonyítják, hogy a víz oxygénnel mindenütt telített, bárhonnan veszünk is próbát. További rendszeres oxygénvizsgálatokat tervbe vettünk.

Tabella.

Hely — Ort	Datum	Mélység Tiefe m	t°C	mg O_2/l	Telítettség Sättigung %
Tihany, 200 m-rel a Biologiai Intézet előtt, 3 m mély vízben (jég alatt) 200 m vor dem Biologischen Institut in 3 m tiefem Wasser (unter Eis)	26. I.	0	1·2	16·25	114·0
		2·5	1·8	16·17	—

Hely — Ort	Datum	Mélység m Tiefe	t°C	mg O_2/l	Telítettség Sättigung: %	
Tihany, Méheskőalja	30. III.	0	7·5	13·0	108·0	
		0	7·5	12·4	106·0	
		2·5	7·4	12·6	105·0	
Tihany, Méheskőalja	3. 4.	0	8·0	12·55	106·0	
		—	—	12·48	105·0	
Almádi,	23. 6.	0	18·3	9·55	101·0	
		—	—	9·87	104·0	
Csopak,	23. 6.	0	18·3	9·95	105·0	
		—	—	9·90	104·6	
Zwischen *B.-Füred* und *Siófok* — Balatonfüred és Siófok között	23. 6.	0	18·4	9·95	105·0	
Tihany, Szarkádtól nyugatra — westliche Seite vor Szarkád	11. 6.	0	27·0	8·9	111·0	
ugyanott a parton, 20 cm mély vízben — ebenda am Ufer in 20 cm hohem Wasser		—	31·0	9·42	127·0	
Révfülöp, a kikötő előtt (egy potamogeton szigeten) — vor der Anlegestelle (in einer Potamogetoninsel)	30. 6.	0	24·0	9·45	106·0	
		—	—	9·90	109·0	
Kenese kb. 500 m-re a parttól — etwa 500 m vom Ufer	10. 7.	0	22·22	9·35	109·0	
		1	22·12	9·20	106·0	
		2	21·80	9·15	104·9	
		3	21·60	9·55	107·2	
		4	21·80	9·80	113·0	
Az északi medence közepén — In der Mitte des nördl. Seebeckens	25. 7.	0	25·20	9·78	118·0	
		1	25·10	9·87	119·2	
		1·5	25·07	9·80	119·2	
		1·5	27·09	9·72	118·1	
Tihany, a Biologiai Intézet bójájánál, a parttól 200 m-re — bei der Boje des Biolog. Institutes 200 m vom Ufer	16. 7.					csendes nap ruhiger Tag
	11h	0	28·25	9·15	117·0	
		1·5	27·30	9·65	120·2	
		3	26·50	9·20	115·2	
	15h	0	29·30	8·96	117·1	
		1·5	29·15	8·92	116·2	
		3	26·80	9·31	117·0	
	19h	0	29·60	8·75	115·2	
		1·5	27·70	8·62	110·2	
		3	25·20	8·35	102·2	
Tihanyi fok, a Balaton legmélyebb, „Kút" nevű helye — Das Kap von, die tiefste Stelle im Plattensee, genannt „Kút"	20. 7.	0	25·10	9·15	111·0	
		2	24·70	8·95	107·9	
		4	24·60	8·98	108·1	
		6	24·35	8·93	106·8	
		7	24·20	8·86	105·4	
		8	24·15	9·02	107·2	
		9	23·95	9·02	107·3	
		10	23·90	9·16	108·6	
Révfülöp, 200 m-re a kikötőtől — etwa 200 m weit von der Anlegestelle	1. 7.	0	24·9	8·85	106·9	
		0	24·9	9·30	110·9	Sok Potamogeton

Hely — Ort	Datum	Mélység m Tiefe	t°C	mg O_2/l	Telítettség Sättigung %	
Révfülöp és *Balaton-Boglár* közt — Zwischen *Révfülöp* und *B.-Boglár* ..	6. 7.	0	24·0	8·56	101·5	
(vizinövények alatt) — (unter Wasserpflanzen).....		1	23·95	9·05	107·5	
(100 m-rel messzebb) — (etwa 100 m weiter).....		1·5	23·90	8·70	103·1	
		0	24	9·15	108·0	
		0	24	9·20	109·0	
Badacsony, a móló végén — am Ende der Molo.....	1. 7.	0	24·8	9·18	107·0	
Badacsony, 300 m-re a mólótól — etwa 300 m weit von der Molo	18. 7.	0	26·30	9·32	114·0	hullámzás
		1	26·20	9·25	113·0	Seegang
		1·8	26·10	9·05	112·0	
Fonyód, a kikötő előtt — vor der Anlegestelle 1·7.....	1. 7.	0	24·8	9.42	110·4	
Keszthely, 200 m-re a kikötőtől — etwa 200 m von der Anlegestelle	18. 7.	0	25·85	9·10	109·5	erős hullámzás
		1	25·80	9·00	109·7	starker Seegang
		1·9	25·80	9·08	109·6	
Zalatorkolat 200 m-re a Zalától — *Zala-Mündung* etwa 200 m von der Zala.....	18. 7.	0	26·40	9·23	113·8	vihar — Sturm
		1	26·10	8·80	108·2	
		1·8	25·90	8·96	110·7	
Fonyód, a kikötő előtt — vor der Anlegestelle	10. 8.	1·5	21·40	8·90	101·1	
		2	21·10	8·70	101·3	
Nagyberek, Máriatelepnél a parttól 200 m-re — bei Máriatelep, etwa 200 m vom Ufer	10. 8.	0·5	22·2	9·42	107·8	
		1·7	20·85	9·05	101·3	
Zalatorkolat, 200 m-re a Zalától — *Zala-Mündung* etwa 200 m v. von der Zala	10. 8.	0·5	20·30	9·16	101·9	csöndes nap
		1·3	20·45	7·90	88·3	stiller Tag
Zalatorkolat az előbbi helyén — *Zala-Mündung*, an obiger Stelle	22. 8.	0	20·40	9·15	101·4	csöndes nap
		1	20·30	9·06	101·4	stiller Tag
		1·5	20·45	8·91	99·4	

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN SAUERSTOFFGEHALT DES BALATONWASSERS.

Von Dr. Alexander Müller.

Das Wasser des Balatons, der eine verhältnismässig sehr grosse Oberfläche besitzt (600 km² bei einer Tiefe von nur 3 m) ist an Sauerstoff gesättigt, bzw. etwas übersättigt. Häufige Winde bedingen eine kräftige Wasserbewegung und dadurch eine lebhafte Berührung mit der Luft. Andererseits wirkt eine kräftige Planktonassimilation in derselben Richtung.

Eine Schichtung der Sauerstoffverteilung war nicht festzustellen. Der See gehört in den Typ III. von *Thienemann*,[2] da die im Frühling beginnende thermische Stratifi-

kation sofort zerstört und in allen Tiefen die Gleichheit des Sauerstoffgehaltes und der Temperatur hergestellt wird. Wir waren bemüht, eine Sauerstoffschichtung aufzufinden und haben zahlreiche Messungen in dieser Richtung ausgeführt. Abgesehen von ganz kleinen und unregelmässigen Verschiedenheiten, konnte eine solche nicht gefunden werden, auch keine, welche durch die Tageszeiten bestimmt wäre. Es herrschen fast im ganzen See immer die gleichen Verhältnisse, vom Wasserspiegel bis zum Grunde, bei Tag und Nacht und vom Sommer bis zum Winter.

Der Durchschnittsgehalt an Sauerstoff beträgt 105—115% der Sättigung, der jeweils herrschenden Temperatur entsprechend. Die meisten Werte bewegen sich zwischen diesen Grenzen. Nur die Werte bei der Zalamündung sind etwas tiefer. Hier wurden aber gelegentlich auch normale, d. h. „gesättigte" Werte gefunden, bei einem Sturm, infolge der Durchmischung des Wassers dabei. Einige Bestimmungen unter dem Eis lieferten ebenfalls der Temperatur entsprechende Sättigungswerte. Ähnliche Fälle sind in der Literatur bekannt, so z. B. von einer Reihe norddeutscher Seen.[3] Diese Erscheinung wird der Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons unter dem Eis zugeschrieben.

Zwar sind die Sättigungswerte im Sommer und Winter gleich, die absoluten Mengen an Sauerstoff schwanken jedoch erheblich, angesichts der grossen Temperaturschwankung während des Jahres. Es geht z. B. im Hochsommer die absolute Menge des Sauerstoffes auf zweidrittel, oder sogar auf die Hälfte des Winterwertes zurück.[4] Weitere regelmässige Bestimmungen sind in Aussicht genommen.

Die in der Tabelle angeführten Daten sollen zeigen, wie das Wasser überall gesättigt ist, möge man Proben nehmen, woher man nur will.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *Ilosvay L.*, A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I. 6, 1890. Budapest. — *L. v. Ilosvay*, Resultate d. wissenschaftl. Erforsch. d. Balatonsees. Bd. I. Teil 6., S. 20. 1898. Wien.

[2] *A. Thienemann*, Arch. f. Hydrobiol. *12.* 1. 1920.

[3] *A. Thienemann*, Arch. f. Hydrobiol. *18.* 1. 1927.

[4] *L. Minder*, Arch. f. Hydrobiol. *12.* 122. 1920.

A BALATON VIZÉNEK VEZETŐKÉPESSÉGE.

I. RÉSZ.

Irta: LUDÁNY GYÖRGY.*

A Balatonvíz vezetőképességét, mint a vízben oldott elektrolytok összességének kifejezőjét tudomásunk szerint még eddig nem határozták meg. Ez az eljárás a legegyszerűbb és leggyorsabb arra nézve, hogy bizonyos képet nyerjünk a vízkoncentráció különbségeiről.

E célból számos mérést végeztünk az egész tavon 1928 június közepétől szeptember közepéig. Az idő majdnem mindig napos volt. Csapadék ezekben a hónapokban úgyszólván semmi sem esett. Mérőeszközül a Pleissner által konstruált vezetőképességmérőkészülék szolgált, amely egyenesen vízvizsgálatra készült. A használt elektród (Tauch-Elektrode) kapacitása 0·051 volt. Minden értéket 18 C° vonatkoztattunk (K_{18}) és 10^{-4} egységben fejeztünk ki. Az I. táblázat a talált értékeket tünteti fel.

Amint látható, a Balatonvíz specifikus vezetőképessége $K_{18} = 4{,}4 \cdot 10^{-4}$ körül mozog. A legnagyobb határértékek 4·09 és 4·71. Általában a víz vezetőképessége Siófok irányában csökken, úgy, hogy a legalacsonyabb érték a tó levezető csatornájában, a Sióban volt mérhető.

Összehasonlításul szolgáljon itt azoknak a patakoknak, forrásoknak specifikus vezetőképessége, melyek vizüket a Balatonba öntik (A vízmintákhoz dr. Rigler professzor úr szívességéből jutottunk.) (II. táblázat.)

Az értékekből kitűnik, hogy mind jóval koncentráltabbak, mint a Balaton vize; és pedig $K_{18} = 5{\cdot}30 \cdot 10^{-4}$ és $7{\cdot}29 \cdot 10^{-4}$ közt mozog, de többnyire meghaladja a 6·00-ot. Az értékek során egész különös helyet foglal el a csopaki savanyúvízforrás $15{,}67 \cdot 10^{-4}$ értékkel.

Ezek szerint a Balatonba sok olyan víz ömlik, mely koncentráltabb, mint maga a Balaton vize. Vizük a tóban erősen felhigul. Ennél a folyamatnál különböző körülmények játszhatnak szerepet. Elsősorban az esővíz (talajvíz), amely a tó vizének főutánpótlója, végzi a higítást. Arra a feltevésre, hogy eddig ismeretlen források gondoskodnának a higításról, semmi sem szolgál alapul. Másrészt nagy szerepet játszik itt a tó növényvilága. A Balatonvíz zavarossága főleg $CaCO_3$-ból áll. Ez a $CaCO_3$ a $Ca(HCO_3)_2$-ból csapódik állandóan ki. Ezt a folytonos $CaCO_3$-kicsapódást, legalább is részben, az alacsony vízállás miatt relative gazdag növényzet okozza. Ilyen módon a tóba kerülő koncentráltabb és $Ca(HCO_3)_2$-ban gazdagabb vizek felhigulása következik be. Hasonló a Mg szerepe is. A növényzet ezen hatásáról tájékoztat a következő közlemény.

* Közli Dr. Verzár Frigyes.

Tabelle I. táblázat.

A Balaton vizének vezetőképessége. — Die Leitfähigkeit des Balatonwassers.

Folyószám Laufende Nr.	Hely — Ort	Dátum	Víz Wasser temp. °C	$\kappa_{18} . 10^{-4}$
1	Almádi előtt — vor Almádi	VI. 27.	18·4	4·51
2	Kenese előtt — vor Kenese	VII. 10.	23·3	4·39
3	Kenese előtt mólón — Vor Kenese am Molo	VII. 10.	23·3	4·53
4	Siófok—Lovas közt — Zwischen Siófok — Lovas	VII. 10.	22·1	4·23
5	Siófok—Lovas közt — Zwischen Siófok — Lovas	VII. 10.	22·1	4·44
6	Siófok kikötő — Siófok Hafen	VIII. 2.	24·8	4·09
7	Csopak előtt — Vor Csopak	VI. 27.	18·4	4·54
8	Balatonfüredi öböl — Bucht von Balatonfüred	VII. 13.	24·1	
	mélység, Tiefe:			
	0 m			4·41
	1 m			4·44
	2 m			4·49
	3 m			4·47
9	Tihany, móló előtt — Tihany, vor Molo	VIII. 6.	21·8	
10	Szántódi rév — Szántóder Enge	VII. 14.	25·8	
	0 m			4·55
	4 m			4·54
	8 m			4·50
	10 m	IX. 9.	22·4	4·62
11	Balatonföldvár	VIII. 8.		4·41
	Kikötő csatorna — Hafen-Kanal			4·65
	Nádas — Im Schilf			4·41
	Nádas előtt 20 m — Vor dem Schilf 20 m			4·42
12	Tihanyi félsziget déli oldala, különböző pontokon — Tihanyer Halbinsel Südseite, verschiedene Punkte	VIII. 20.		
	”			4·42
	”			4·44
	”			4·39
	”			4·42
	”			4·40
13	Révfülöp előtt — Vor Révfülöp	VI. 29.	22·4	4·39
	Révfülöp előtt — Vor Révfülöp	IX. 9.	22·6	4·41
14	Révfülöp Boglár közt, tó közepén (vihar) — Zwischen Révfülöp u. Boglár, in der Mitte des Sees (Sturm.)	VII. 7.	23·9	4·55
15	Badacsonytomaj	VII. 17.	26·3	4·64
16	Zánka—Akali közt a tó közepén — Zwischen Zánka u. Akali in der Mitte des Sees	VI. 29.	22·4	4·46

Folyószám Laufende Nr.	Hely — Ort	Dátum	Víz Wasser temp. °C	$\kappa_{18}.10^{-4}$
17	Fonyód előtt — Vor Fonyód	VIII. 10.		4·32
18	Nagyberek előtt — Vor Nagyberek	VIII. 10.		4·22
19	Szepezd előtt a tó közepén. — Vor Szepezd, in der Mitte des Sees	VI. 29.	22·4	4·46
20	Fenék (vihar) (Sturm)	VII. 17.	26·4	4·36
21	Zala-torkolat — Zala-Mündung	VIII. 10.		4·71
22	Zala hid és tó közt, torkolattól 150 m — Zwischen Brücke und See 150 m von der Zala-Mündung	IX. 9.	22·7	4·65
23	Keszthely	VII. 17.	25·8	
	$^1/_2$ m			4·34
	2 m			4·26
	$^1/_2$ m	VIII. 10.		4·40
24	Laboratóriumi aquarium-víz — Aquarium-Wasser im Laboratorium	VIII. 22.	21·1	4·46

Tabelle II. táblázat.

Folyószám Laufende Nr.	Hely — Ort	$\kappa_{18}.10^{-4}$
1	„Dobogó" patak forrása Küllei Ila kertjében	7·56
2	„Dobogó" patak, Berek réti	7·16
3	Aszófői („Vakény") patak beömlése	6·53
4	„Dobogó" patak forrása a káposztáskertben	8·13
5	Balatonfüredi patak beömlésnél	7·30
6	Vakény forrás 3. sz.	6·57
7	Balatonfüredi patak „Siske" forrása	6·58
8	Országos	5·71
9	Kéki forrás	7·01
10	Koloska forrás	6·89
11	Séd patak (Arács)	6·55
12	Vöröskő forrás	6·88
13	Pecekut „Köveskút" puszta	6·29
14	Alsóőrsi patak	6·70
15	Séd patak „Nosztori" forrás	4·91
16	Séd patak	6·54
17	Csopaki savanyúkút	15·67
18	Lovasi patak hídnál	5·30
19	Romkuti forrás	5·67
20	Vörösberényi patak Ferenc-forrás	6·54
21	Füzfői telepi vízvezeték	7·29
22	Vörösberényi patak Vörösberény	6·57

DIE LEITFÄHIGKEIT DES BALATONWASSERS.

I. TEIL.

Von G. von Ludány.

Die Leitfähigkeit des Balatonwassers als Ausdruck der Summe der in ihm gelösten Elektrolyte ist bisher — so weit uns bekannt — noch nicht bestimmt worden. Sie stellt die rascheste und einfachste Methode dar, um über Konzentrationsunterschiede im Wasser Aufklärung zu erhalten.

Wir haben deshalb zahlreiche Bestimmungen entlang dem ganzen See, von Mitte Juni bis Mitte September 1928 ausgeführt. Das Wetter war fast immer sonnig. Niederschläge fielen in diesen Monaten fast gar nicht. Die Bestimmungen sind mit dem Leitfähigkeitsapparat von *Pleissner*, der speziell für Wasseruntersuchungen gebaut ist, ausgeführt. Die benützte Tauchelektrode hatte eine Kapazität von 0·051. Alle Werte sind auf 18 C°bezogen (K_{18}) und in 10^{-4} Einheiten ausgedrückt.

Die Tabelle I. gibt die Zusammenstellung der entsprechenden Werte.

Wie man sieht, bewegt sich die Leitfähigkeit des Balatonwassers um $4{,}4 \cdot 10^{-4}$. Die grössten Differenzen liegen zwischen 4·09 und 4·71.

Im allgemeinen sinkt die Leitfähigkeit in der Richtung nach Siófok, so dass der niedrigste Wert 4·09 im Abflusskanal des Sees, der „Sió" gemessen wurde.

Zum Vergleich ziehen wir die spezifische Leitfähigkeit der Wässer, Bäche und Quellen heran, welche in den Balaton ihr Wasser ergiessen. Die Proben erhielten wir durch die Freundlichkeit von Herrn Prof. Rigler. (Tabelle II.)

Es zeigt sich, dass ihre Leitfähigkeit höher als die des Balatonwassers ist, nämlich zwischen 5·30 und 7·29 meist über 6·00 liegt. Eine besondere Stellung nimmt die Csopaker Sauerwasser-Quelle ein, mit einem $K_{18} = 15{,}67 \cdot 10^{-4}$. Ihr wassergehalt ist aber ohne Bedeutung für die Zusammensetzung des Balatonwassers.

Demnach ergiessen sich in den Balaton vielfach Wässer, die konzentrierter sind als das Balatonwasser selbst. Verschiedene Ursache spielen bei ihrer Verdünnung eine Rolle. Einesteils bewirkt es das Grund- bzw. Regenwasser, welches die Hauptquelle des Wasserreichtums des Balaton ausmacht. Es besteht keine Ursache zu der Annahme, dass bisher unbekannte Quellen die Verdünnung besorgen. Andererseits aber, spielt hierbei wohl auch die Wasservegetation eine grosse Rolle. Wie in einem anderen Teil nachgewiesen wird, besteht die Trübung des Balatonwassers im wesentlichen aus $CaCO_3$, (bzw. $MgCO_3$.) Dieses $CaCO_3$ fällt aus $Ca(HCO_3)_2$ fortwährend aus. Das Ausfallen des $CaCO_3$ wird hauptsächlich durch die — bei dem niedrigen Wasserstand relativ sehr üppige — Vegetation bedingt. Hierüber berichtet die folgende Mitteilung.

A BALATON VIZÉNEK VEZETŐKÉPESSÉGE.

II. RÉSZ.

VIZINÖVÉNYEK HATÁSA A BALATON VIZÉNEK VEZETŐKÉPESSÉGÉRE.

Irta: Dr. Verzár Frigyes és Ludány György.

A vízalatti növények légzése, mint *Ruttner*[1 2] vizsgálatai bizonyítják, az állóvizek, illetve a híg $Ca(HCO_3)_2$-oldatok vezetőképességét megváltoztatja. A növények az oldat CO_2-át asszimilálják. A vezetőképesség az oldat összetételének változását igen érzékenyen regisztrálja. A legcsekélyebb változás már észlelhető eltolódásokat hoz létre.

Bennünket ezek a vizsgálatok azért érdekeltek, mert a Balaton vizének összetétele a lunzi tóétól lényegesen különbözik, s így érdemesnek látszott megállapítani, vajjon a vezetőképesség változása is eltér-e a lunzi tóétól.

A Balaton vizének vezetőképessége kb. $K_{18} = 4{,}4 \cdot 10^{-4}$. Különböző helyeken mért értékek némi különbségeket mutatnak, $K_{18} = 4{,}09 \cdot 10^{-4} - 4{,}65 \cdot 10^{-4}$. Ezek a különbségek részben a vízinövényektől származhatnak, annál is inkább, mivel a Balaton átlagos mélysége csak 3 m és vízinövények csaknem mindenütt előfordulnak.

A Balaton és a lunzi tó vezetőképességét a vízalatti növények légzése azonban teljesen különböző módon befolyásolja. Ezeknek a jelenségeknek a leírása és magyarázata képezi a jelen dolgozat tárgyát.

Ruttner csupán Elodeá-n végzett kísérleteit írja le, azonban — mint mondja — más növényekkel is (Potamogeton, Myriophyllum stb.) végzett vizsgálatokat.

Kísérleteinket 3 fajta növénnyel hajtottuk végre, mindegyikkel több sorozatban. Kb. 8 g növényt vettünk 100 cm^3 Balaton-vízre. A hőmérséklet állandóan tartására a növényeket tartalmazó vizet vízfürdőbe helyeztük. A megvilágítás tartama alatt természetesen emelkedett a hőmérséklet, de nagy különbségek így mégsem jöhettek létre. A hőmérséklet 18—26° C között ingadozott.

A vezetőképességet az ismert módszerrel, a Pleissner-féle elektróddal, melynek kapacitása C = 0·051 volt, határoztuk meg. Az edényt tartalmazó vízfürdőt egy kelet felé néző ablak mellett állítottuk fel, úgy, hogy reggel 8 és 10 óra között direkt napfény érte. A vezetőképesség mérését 5, 9·30, 12, 15, 18 és 22 órakor végeztük Összes kísérleteink teljesen egybehangzó eredményre vezettek. A legerősebb megvilágítás időpontjában a vezetőképesség értéke minimumra csökken; a közvetlen napfény megszűnése után lassú emelkedés kezdődik, mely éjjel éri el a maximumot. Ez a hullámszerű változás az egymásutáni napokon való méréseknél pontosan megismétlődik. Az I. ábra Potamogeton perfoliatus-on 4 napig 2 párhuzamos kísérleti sorozatban végzett kísérleteket, a II. ábra Myriophyllum spicatum-on 5 napig 3 párhuzamos

kísérletsorozatban, a III. ábra pedig Chara ceratophyllán 3½ napig tartó 2 párhuzamos kísérletsorozatban végzett vizsgálatainkat ábrázolja.

Az I. ábra görbéin az éjjel mutatott $K_{18} . 10^{-4} = 5{\cdot}8$-as maximumáról a megvilágítás hatása alatt 4·2-re süllyed.* Megfigyelhető az is, hogy a minimumok minden következő napon mélyebben feküsznek, de az emelkedés is napról-napra csökken. Ugyanilyen viselkedést mutatnak a II. és III. sz. ábrák is, bár a jelenségek itt nem oly élesek, mint az I.-ben.

Ruttner görbéje, amelyet Elodeán végzett kísérleteiről szerkesztett, mutat ugyan határozott napi ingadozásokat, de teljesen más jellegűeket, mint a mi görbéink. Összehasonlításul a IV. sz. ábrában a mi Potamogeton-görbéinkhez *Ruttner* görbéjét is felrajzoltuk.

A görbéket a következő megfontolások alapján magyarázhatjuk meg. A növények CO_2-szükségletüket az oldat $Ca(HCO_3)_2$-tartalmának rovására szerzik be. Ugyanis a $Ca(HCO_3)_2$-ból CO_2-t vonnak el, $Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 + H_2O$ s a rosszul oldódó $CaCO_3$ kicsapódik. Ezáltal az oldat ionokban szegényedvén, vezetőképessége csökken. Az asszimiláció napfénynél történik, ennek folytán jön létre a görbe nappali minimuma. Ha a vizet, illetve növényeket direkt napfény már nem éri, az asszimiláció megszűnik, ellenben a növények disszimilációs folyamatai révén keletkező CO_2 az oldatba diffundálván, a kivált $CaCO_3$-ból újra $Ca(HCO_3)_2$ képződik s így a vezetőképesség újra emelkedik.

Míg a mi görbéink teljesen az elméletileg várt értékeket adják, s a vízalatti növények ismert bikarbonátból való asszimilációjával magyarázhatók, addig *Ruttner* eredményei ezen az úton meg nem érthetők. A napfény hatása alatt *Ruttner* görbéje is mutat az első napon süllyedést, de a következő napokon csak egészen kicsiny mérvű csökkenést találunk, s a napfény hatása süllyedés helyett emelkedésben nyilvánul. Ennek a magyarázata *Ruttner*nek nagy fáradtságot okozott, s éppen ezzel foglalkozik idézett munkájában (l. *Ruttner*, 97. lap). Magyarázata a következő: Ha az oldat bikarbonát-tartalma annyira süllyedt, hogy a vezetőképesség $0{\cdot}5—0{\cdot}7 . 10^{-4}$ minimumot éri el, a vízalatti növények a $CaCO_3$-at is megbontják CO_2-szükségletük fedezésére.

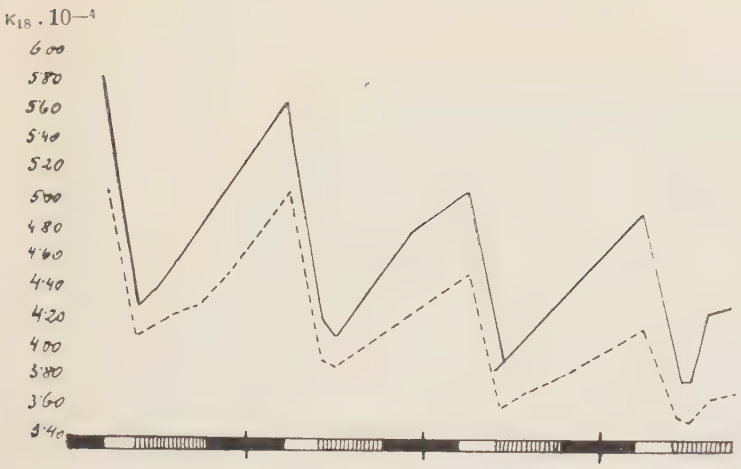
$$CaCO_3 - CO_2 = CaO$$
$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

A keletkező $Ca(OH)_2$-oldatba megy és növeli a vezetőképességet. Itt tehát a vezetőképesség nappal nő és éjjel fogy.

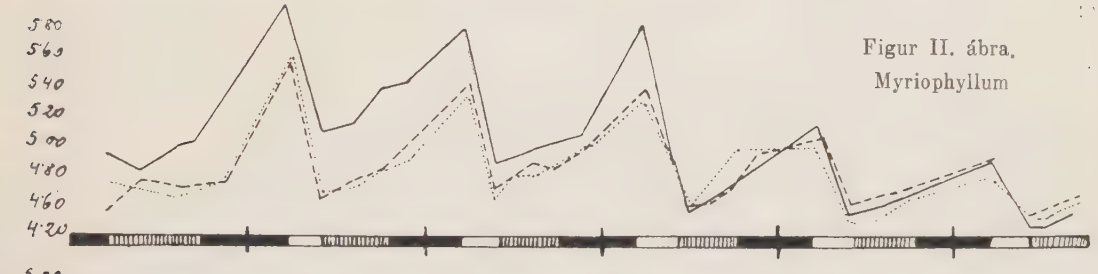
Ez megmagyarázza *Ruttner* görbéinek a miénktől való eltérését is. Mivel a Balatonban a növények légzése sohasem vezet a bikarbonát-tartalom oly nagymérvű csökkenéséhez, mint a lunzi tóban, — a vezetőképesség átlag $4{\cdot}1—4{\cdot}7 . 10^{-4}$ között változik — nincs ok a $CaCO_3$ megbontására, s a vezetőképesség ily módon való emelkedésére.

A Balaton és a lunzi tó vezetőképesség-görbéjének ellentétes lefolyását a két víz kémiai összetétele tehát teljes mértékben megmagyarázza.

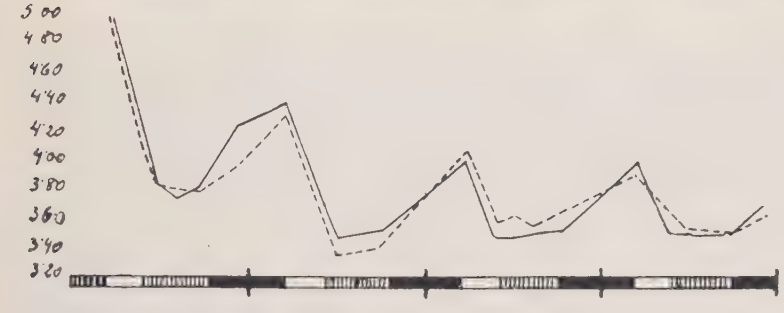
* A kiinduló értékek e kísérletekben rendszerint nagyobbak, mint a Balaton-vízben. A nagy növénymennyiségek ugyanis sok anyagot hoznak a próbaedénybe, amely oldódik.



Figur I. ábra.
Potamogeton



Figur II. ábra.
Myriophyllum



Figur III. ábra.
Chara

Figur IV. ábra.
Ruttner S. 76.

4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24 h

A két tó vizének elemzését a következő táblázat foglalja magában. A lunzi tó elemzését *Mulley-Wittmann*[3] végezte, a Balatonét *Müller Sándor.*[4]

mg/l	K	Na	Ca	Mg	Al	Cl	SO_4	HCO_3	CO_3	SiO_2	K_{18}	pH
Lunzi tó	0·66	1·86	37·46	4·77	0·32	—	3·24	141·84	—	2·86	$1·5.10^{-4}$	8·1
Balaton	5·3	24·0	31·4	39·7	1·25	9·7	44·2	277·53	12·45	10·2	$4·6.10^{-4}$	8·6

Ion összeg a lunzi tónál 193·01 mg/l
„ „ a Balatonnál 439·33 mg/l

A Balaton vize tehát éppen úgy, mint a lunzi tóé, nagyrészt Ca- és Mg-bikarbonátot tartalmaz, de jóval koncentráltabb, mint a lunzi tóé. A Ca-ionok aequivalenssúlyának viszonya a többi ionokéhoz $^4/_1$, tehát vezetőképességének legnagyobb része az oldott $Ca(HCO_3)_2$-nek tulajdonítható, legfeljebb $Mg(HCO_3)$ jöhet még számításba. Hasonló a helyzet a Balaton vizénél. Lényegileg ez is Ca-, illetőleg $Mg(HCO_3)_2$-oldatnak tekinthető, azonban a lunzi tóhoz viszonyítva kétszerte koncentráltabb.

Tehát a vízalatti növények légzése a Balatonban karakterisztikus módon megy végbe. A bikarbonátokban való teljes elszegényedésnél előforduló $CaCO_3$-megbontásra és $Ca(OH)_2$-képződésre nem kerül sor.

Megvilágításnál mindig csökken, napfény megszűntével mindig emelkedik a vezetőképesség értéke. Az asszimilálás folyamán keletkező $CaCO_3$ kiválása folytán ugyan egyre csökken a vezetőképesség, azonban ez a veszteség még egy hét mulva sem oly nagy, hogy az oldatból a bikarbonátok teljesen eltűnjenek.

DIE LEITFÄHIGKEIT DES BALATONWASSERS.

II. TEIL.

DIE WIRKUNG DER WASSERPFLANZEN AUF DIE LEITFÄHIGKEIT DES BALATONWASSERS.

Von Prof. Dr. F. Verzár und G. von Ludány.

Die Assimilation submerser Wasserpflanzen führt wie *Ruttner*[1] [2] gezeigt hat, zu Aenderungen der elektrischen Leitfähigkeit von Seewasser bzw. verdünnten Lösungen von $Ca(HCO_3)_2$, dadurch, dass die CO_2 zur Assimilation benützt wird. Die Bestimmung der Leitfähigkeit ist dabei eine ungemein empfindliche Methode, mit welcher man sehr geringe Aenderungen der Zusammensetzung der Lösung verfolgen kann.

Uns haben diese Untersuchungen besonders desshalb interessiert, weil die Zusammensetzung des Balatonwassers sehr von der des Lunzer-Sees abweicht und es desshalb von Interesse war zu untersuchen, auf welche Weise sich die Leitfähigkeitsverhältnisse hier gestalten.

Die Leitfähigkeit des Balatonwassers beträgt etwa $K_{18} = 4{,}6 \cdot 10^{-4}$. Sie zeigt an verschiedenen Stellen gemessen Schwankungen, die zwischen $K_{18} = 4{\cdot}09 \cdot 10^{-4}$ bis $4{\cdot}65 \cdot 10^{-4}$ liegen. Diese Schwankungen können leicht durch die Assimilation der Wasserpflanzen hervorgerufen sein. Nachdem die Durchschnittstiefe des Sees nur 3 m ist und submerse Wasserpflanzen fast überall vorkommen, so ist eine Beeinflussung der Leitfähigkeit sehr wahrscheinlich. Wie aus dem folgenden hervorgeht, besteht ein tiefgreifender Unterschied in der Atmungsbeeinflussung des Seewassers, durch die submersen Wasserpflanzen im Lunzer- und im Balaton-See. Die Beschreibung und Erklärung desselben bildet den Gegenstand der folgenden Zeilen.

Ruttner hat nur seine Versuche mit Elodea in extenso veröffentlicht, er gibt jedoch an, auch mit anderen Pflanzen (Potamogeton, Myriophyllum etc.) Versuche gemacht zu haben. Unsere Versuche sind mit drei Pflanzenarten, jede in mehreren Versuchen ausgeführt. Die Pflanzen befanden sich in einer Quantität von cc. 8 g in 100 cm^3 Seewasser. Das Gefäss mit Wasser und Pflanzen war in einem Wasserbad

untergebracht, zwecks Konstanthaltung der Temperatur. Diese blieb während der Beleuchtung freilich nicht ganz gleich, eine zu starke Erwärmung wurde aber doch verhindert.

Die Bestimmung der Leitfähigkeit geschah in bekannter Weise. Benützt wurde der Pleissner-Apparat mit Tauch-Elektrode. Letztere hatte eine C = 0·051. Die Pflanzen wurden frisch und ungewaschen in die Gefässe gebracht. Die Temperatur schwankte zwischen 18—26 C°. Das Wasserbad war neben einem Fenster nach Osten so aufgestellt, dass es nur zwischen morgens 5—10 Uhr direktes Sonnenlicht bekam. Die Messungen fanden um 5, 9·30, 12, 15, 18, 22 Uhr statt.

Die Resultate dieser Messungen sind ganz übereinstimmend. Zur Zeit der stärksten Beleuchtung sinkt die Leitfähigkeit auf ein Minimum. Bei Verdunkelung, nach dem Aufhören des direkten Sonnenlichtes beginnt ein langsames Steigen, das in der Nacht zu einem Maximum führt. Diese Welle wiederholt sich bei kontinuierlichen Messungen von Tag zu Tag. In Fig. I. ist sie mit Potamogeton perfoliatus während 4 Tagen, in zwei Parallel-Versuchen in Fig. II. bei Myriophyllum spicatum während 5 Tagen, in 3 Parallelversuchen in Fig. III. bei Chara ceratophylla während 3½ Tagen verfolgt.

Die Leitfähigkeit sinkt in Kurve I. bei Tage von 5·8 auf 4·2. Es lässt sich ferner beobachten, dass die Senkung von Tag zu Tag tiefer wird; allerdings ist auch der Anstieg von Tag zu Tag schwächer. Das ist ebenso der Fall, bei Kurve II. und III., wenn er auch weniger scharf eintritt.*

Die Kurven, welche *Ruttner* nach Versuchen mittelst Elodea publiziert hat, zeigen zwar auch Tagesschwankungen, jedoch von einem vollständig anderen Typus. Das geht deutlich aus Abb. 4. hervor, in welcher die Kurve von *Ruttner* unter unsere Kurven gezeichnet ist.

Die Analyse der Kurven ergiebt sich aus dem Folgenden. Die Pflanzen verbrauchen das $Ca(HCO_3)_2$ des Wassers, indem sie ihm CO_2 entziehen. Das hierbei entstehende $CaCO_3$ ist sehr schwer löslich und wird ausgefällt. Dadurch vermindert sich die Konzentration der Lösung, die Leitfähigkeit nimmt ab. $Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 + H_2O$. Das $CaCO_3$ fällt aus, es ist fast unlöslich. Die Assimilation der CO_2 findet während dem Sonnenschein statt und hört auf, wenn das direkte Sonnenlicht aufhört. Dagegen diffundiert dann, die durch Dissimilationsvorgänge gebildete CO_2 aus den Pflanzen und es wird wieder $Ca(HCO_3)_2$ gebildet, welches in Lösung geht: die Leitfähigkeit steigt wieder.

Während unsere Kurven vollständig den theoretischen Erwartungen entsprechen und der Befund aus der bekannten Verwendung des H_2CO_3-es zur Assimilation bei submersen Wasserpflanzen folgt, war das Ergebniss von *Ruttner* hieraus absolut nicht zu erklären. Auch bei *Ruttner* zeigte die Leitfähigskeits-Kurve am ersten Tage bei der Beleuchtung einen starken Abfall, an den nächsten Tagen war dieser Abfall jedoch nur durch eine kleine Zacke angedeutet. In *Ruttner*s-Kurven findet umgekehrt während der Beleuchtung eine Zunahme der Leitfähigkeit statt. Die Erklärung dieser hat schon *Ruttner* viel Mühe gemacht und bildet den Hauptgegenstand seiner Arbeit. Die Erklärung (S. S. 97.) ist die, dass wenn der $Ca(HCO_3)_2$-Gehalt der Lösung derartig ver-

* Die Leitfähigkeit am Anfang ist höher als im freien Wasser. Durch die Einbringung von viel Pflanzen in wenig Wasser wurden verschiedene lösliche Substanzen im Wasser vermehrt.

mindert ist, dass es zu einer Leitfähigkeit von nur 0·5—0·7 . 10^{-4} kommt, dann von den submersen Wasserpflanzen auch das $CaCO_3$ zwecks CO_2 Assimilation angegriffen wird.

$$CaCO_3 - CO_2 = CaO$$
$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

Es bildet sich also $Ca(OH)_2$, welches in Lösung geht und dadurch steigt wieder die Leitfähigkeit des Wassers.

Hieraus wird aber auch der Unterschied in den Kurven von *Ruttner* und uns klar. Nachdem es im Balatonwasser bei der Atmung der Pflanzen nie zu einem derartigen Verbrauch des $Ca(HCO_3)_2$-es kam, dass die Leitfähigkeit sich auf 0·7 . 10^{-4} vermindert hätte, sondern unsere Werte immer um 4 . 10^{-4} blieben, so war keine Ursache vorhanden, zum Ablauf der Hydroxydbildung und damit zum neuerlichen Anstieg der Leitfähigkeit mit gleichzeitiger Vergrösserung der ph.

Demnach ist die Ursache für den ganz umgekehrten Verlauf der Tages-Schwankung der Leitfähigkeit im Lunzersee- und im Balaton-See-Wasser einfach der Unterschied der Zusammensetzung der beiden Wässer.

Während nämlich nach *Mulley-Wittmann*[1] die Analyse des Lunzer-Sees das folgende ergibt, ist die Zusammensetzung des Balatonwassers nach *Müller:*

	$K^{\cdot}$	$Na^{\cdot}$	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	Cl'	SO_4''	HCO_3'	CO_3''	SiO_2	K_{18}	ph
Lunzer-See	0·66	1·86	37·46	4·77	0·32	0·00	3·24	141·84	0·00	2·86	1·5.10^{-4}	8·1
Balaton-See	5·3	24·0	31·4	39·7	1·25	9·7	44·2	277·52	12·45	10·2	4·6.10^{-4}	8·6

Ionensumme: Lunzer-See: 193·01 mg pro L
„ : Balaton-See: 439·33 mg pro L

Das Balatonwasser enthält also ebenso wie das Wasser des Lunzer-Sees hauptsächlich $Ca(HCO_3)_2$ und $Mg(HCO_3)_2$. Es ist aber bedeutend konzentrierter als ersteres. Das Verhältniss der Calcium-Aequivalente zu allen anderen in Lösung befindlichen Kationen, ist im Lunzer-See ungefähr 4 : 1, es fällt also von seinem Leitvermögen der grösste Teil auf Rechnung des gelösten $Ca(HCO_3)_2$, wobei höchstens noch das $Mg(HCO_3)_2$ in Betracht zu ziehen ist. Ganz ähnlich stehen die Verhältnisse im Balatonwasser. Auch dieses kann im wesentlichen als eine $Ca(HCO_3)_2$ bzw. $Mg(HCO_3)_2$ Lösung betrachtet werden. Die Menge von Ca und Mg ist fast gleich. Der Unterschied ist nur, dass es 2-mal konzentriert ist, als das Lunzer-Wasser, was fast ganz auf Rechnung von Ca u. Mg $(HCO_3)_2$ zu setzen ist.

Die Assimilation submerser Wasserpflanzen findet im Balaton-Wasser in charakteristischer Weise statt. Es kommt nicht zu der, nur bei maximaler Hydrocarbonatverarmung des Wassers eintretenden Hydroxyd-Bildung durch angreifen des $CaCO_3$. Bei Beleuchtung findet immer eine Abnahme, bei Verdunkelung eine Zunahme der Leitfähigkeit statt. Die Abnahme — durch Fällung des $CaCO_3$, wird zwar nach und nach grösser, ist aber selbst im Verlaufe vieler Tage, nicht gross genug, um zu einer vollständigen Verarmung des Wassers an Bicarbonat zu führen.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *Ruttner, F.*, Das elektrolytische Leitvermögen verdünnter Lösungen unter dem Einflusse submersen Gewächse. Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissenschaften in Wien. Bd. 130. S. 75.

[2] *Ruttner, F.*, Über die Kohlensäureassimilation einiger Wasserpflanzen in verschiedenen Tiefen des Lunzer Untersees. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. Bd. XV. Heft 1.

[3] *Mulley-Wittmann*, Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie. 1914. Suppl. V.

[4] *Müller, A.* dieses Heft S. 145.

NÉHÁNY JÓDMEGHATÁROZÁS A BALATONBAN ÉS MÁS, KÖRNYÉKI VIZEKBEN.

Irta: Gallé Ilona.

Általánosan ismert, hogy a thyreoidea, az egész szervezetet befolyásoló funkcióját, a jódtartalmú thyroxin révén fejti ki. A thyroxin felépítéséhez szükséges jódot főleg az ivóvízben lévő anorganikus jódsókból nyerjük. Bizonyítja ezt az a tény, hogy a golyva főképp azokon a vidékeken gyakori, ahol a vizek jódtartalma nagyon alacsony. Az ilyen irányú vizsgálatokat újabban nagy arányokban folytatják, amit *v. Fellenberg*[1] kiváló módszere tett lehetővé.

A meghatározások folyamán a *v. Fellenberg*-féle előíráshoz ragaszkodtam. Minden meghatározáshoz 2 liter vizet párologtattam be és a maradékban határoztam meg a jódot. A meghatározásokat a Balaton 14 különböző pontjáról vett vízpróbákban végeztem. Általában a jódtartalom 9γ-nak mutatkozott. Ez a magas jódtartalom jól fedi azt a tapasztalatot, hogy a Balaton környékén tudtommal golyva nem fordul elő. A különböző helyeken vett próbák meglehetősen nagy ingadozásokat mutatnak. Legalacsonyabbnak találtam a Balatonvíz jódtartalmát a Zala beömlésénél. Nagy különbségeket mutatnak a Balaton környékén lévő különböző források is. Az eredményeket a következő táblázat mutatja:

Folyószám Laufende Nr.	Hely — Ort	γ* pro l
1	Balatonvíz a tihanyi kikötőben — Balatonwasser im Hafen von Tihany	9·6
2	Balatonviz Badacsony-Tomajnál — Balatonwasser bei Badacsony-Tomaj	8·5
3	Balatonvíz Keszthelynél — Balatonwasser bei Keszthely	8·5
4	Balatonvíz Siófoknál — Balatonwasser bei Siófok	10·0
5	Balatonvíz a „kútból" (fenékről) — Balatonwasser im „kút" (aus der Tiefe)	9·0
6	Balatonvíz a „kút" felületén — Balatonwasser im „kút" (von der Oberfläche)	9·0
7	Balatonvíz Nagybereknél — Balatonwasser bei Nagyberek	6·9
8	Balatonvíz a Zala beömlésénél — Balatonwasser beim Einfluss der Zala	5·5
9	Tihanyi vízvezetéki víz — Wasserleitungswasser in Tihany	9·0
10	Hévizi savanyúforrás — Héviz-Sauerbrunnen	13·5
11	Balatonfüredi savanyúforrás — Balatonfüred-Sauerbrunnen	5·0
12	A tihanyi Ciprián-forrás — Ciprianquelle bei Tihany	15·0
13	Balatonföldvári kutak — Brunnen in Balatonföldvár	9·5
14	Tihany, belső tó — Innerer See in Tihany	5·5

* 1γ = 0·000001 g.

DER JODGEHALT DES BALATONWASSERS UND EINIGER NACHBARGEWÄSSER.

Von Helene Gallé.

Es ist allgemein bekannt, dass die Thyreoidea ihren Einfluss auf den ganzen Organismus, durch ihr Jod enthaltendes Inkret: das Thyroxin ausübt.

Das zur Synthese des Thyroxins nötige Jod wird zum grössten Theil aus den anorganischen Jod-Salzen des Trinkwassers gewonnen. Das erklärt, dass der Kropf besonders in solchen Gegenden häufig vorkommt, wo die Wässer an Jod besonders arm sind. Untersuchungen in dieser Richtung wurden im Laufe der letzten Jahre, in Folge v. *Fellenbergs*[1] ausgezeichneter Methode in grossem Masstab betrieben.

Der Balaton und seine Umgebung sind — so weit bekannt — frei von Kropf. Es war von Interesse, den — soweit wir wissen — bisher nicht untersuchten Jodgehalt seines Wassers zu bestimmen.

Methodisch sind wir genau nach der Vorschrift von *v. Fellenberg*[1] vorgegangen. Die Bestimmungen sind im Verdampfungsrückstand von je 2 L Wasser ausgeführt.

Die Resultate von Bestimmungen an verschiedenen Stellen zeigen, dass der Balaton im Durchschnitt einen Jodgehalt von 9γ hat. Der Zufluss „Zala“ ist jodärmer. Der Jodgehalt der umgebenden Quellen etc. ist recht verschieden. Die Resultate sind in der Tabelle zusammengestellt.

[1] v. *Fellenberg*, Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel des Jod. Bergmann, 1926.

FOTOMETRIÁS MÉRÉSEK A BALATON VIZÉBEN.

Irta: Ludány György és Páter János.

A Balaton tavában végzett fotometriás méréseink azt a célt szolgálták, hogy az itt uralkodó viszonyok biológiai megítélésénél megfelelő exakt alapok álljanak rendelkezésre. E helyen megelégszünk pusztán a számadatok közlésével, anélkül, hogy biológiai következtetéseket vonnánk.

A Balaton, mint ismeretes, igen sekély. Hatalmas kiterjedése dacára átlagos mélysége csak kb. 3 méter. Ebből következik, hogy minden csekélyebb vihar is erősen felkavarja a vizét és így sokszor igen zavaros. Télen, a nyugodt jégtakaró alatt jelentékenyen feltisztul. (A víz zavarosodásának fiziko-kémiai vizsgálatát l. 151. old.)

A víz átlátszóságára vonatkozólag már *Lóczy*[1] végzett tájékoztató méréseket. A szokásos módon fehér tányért bocsátott le a vízbe s mérte, hogy milyen mélységben tűnik az el. Azt találta, hogy már a méter tört részeit kitevő mélységben a tányér eltűnik a víz nagy átlátszatlansága jeléül. Pontos, fotometrikus méréseket arról a fénymennyiségről, mely a vízbe behatol, eddig még nem végeztek.

METODIKA.

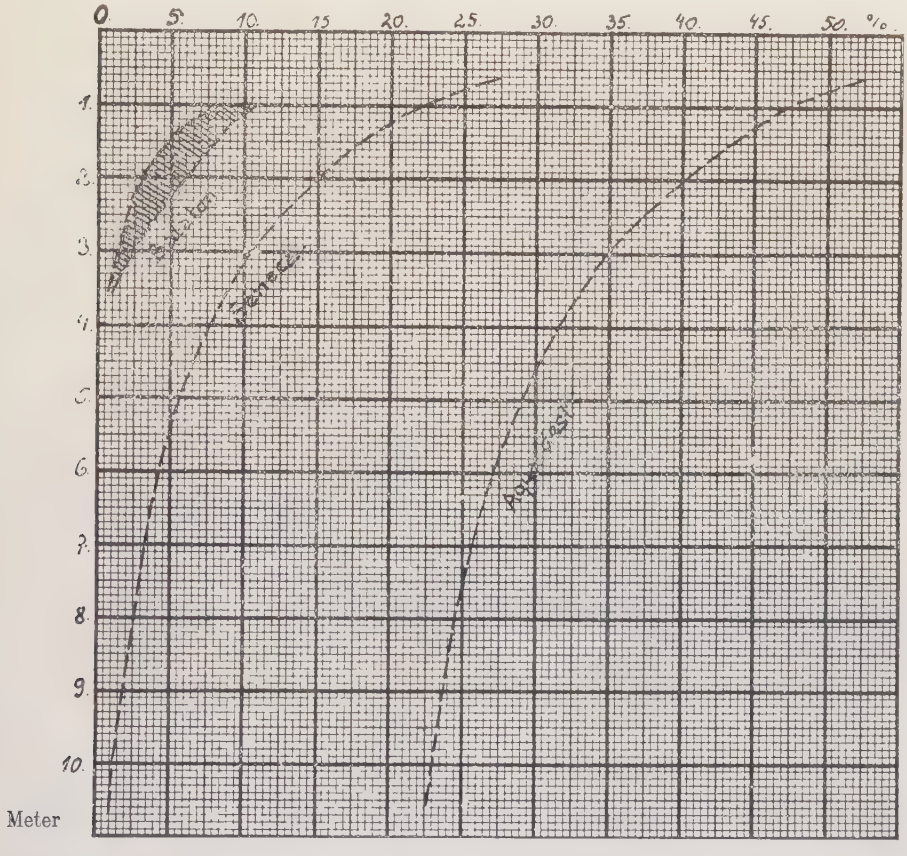
Két Eder—Hecht-féle ék-fotométert használtunk; egyiket a vízben, a másikat a víz felett exponáltuk. A hozzájuk mellékelt táblázat segítségével a fénymennyiség abszolút értékekben kifejezhető. A víz alatt való expozícióra egyszerű készüléket állítottunk össze magunknak. Egy, a tó fenekéig érő (tehát kb. 4 méterre lenyúló) rúdra pléhládát erősítettünk; ebben helyeztünk el egy üveghengert, melybe aztán a fotométer került. Az üveghenger paraffinozott dugóval, vízmentesen volt elzárható. Az éket gondosan óvva az előzetes megvilágítástól, nyitva helyeztük az üvegedénybe. A zárt készüléket víz alá bocsájtottuk; majd egy zsinór meghúzásával a készülék fedelét bizonyos időre felemeltük, majd ismét zártuk. Hogy az üvegedény fényabszorbciójáról pontos értéket nyerjünk (mivel ezt kísérleteinkben figyelembe kellett vennünk), üvegbe helyezett és szabadban levő ékkel végeztünk egy- és ugyanazon helyen s időben párhuzamos méréseket. Az így kapott értékkel korrigáltuk a vízben mért értékeket.

KÍSÉRLETEK.

Meghatározásainkat különböző sorozatokban eszközöltük. Először is meghatározott helyet és mélységet választottunk és szabályos időközökben mértük a fényabszorbciót. Méréseinket az intézet lehorgonyzott motorhajóján végeztük, melynek kajütjében a fotométercserét símán lebonyolíthattuk. Az I. táblázat a megfelelő kísérlet eredményeit foglalja össze.

Míg ebben a kísérletben a víz nyugodt és az idő csendes volt, addig a második sorozat ugyanazt a kísérletet tünteti fel, szeles, nyugtalan időben. Kétségtelen, hogy a hullámverés azáltal, hogy felkavarja a vizet, okozza, hogy ezen a napon sokkal kevesebb fénymennyiség halad a vizen keresztül. Ezen a napon az ég sem volt teljesen tiszta, csak késő délután, mikor a víz is nyugodt lett, derült ki. (II. táblázat.)

Azt a meglepő eredményt kaptuk tehát, hogy csendes időben két méter mélyre, a



felszínre ható fénynek már csak 4—8%-a jut le, sőt viharos időben még ennél is jóval kevesebb, 0·5—1%-a.

A harmadik táblázatban azokat az értékeinket állítottuk össze, melyeket ugyanazon a helyen a tó különböző mélységeiben (1—4 m) kaptunk, hasonló körülmények között, Mint látható, a lefelé haladó fény mennyisége méterről-méterre annyira csökken, hogy 4 m mélységben az eredeti felszíni mennyiség 1%-ánál kisebb értéket kapunk. (III. Tabella.)

A IV-ik táblázat kísérletében ugyanezt vizsgáltuk egy nádas szélén. Természetesen a növények következtében még kevesebb fény jut le a fenékre.

Érdekes képet kapunk, ha a Balaton fényátbocsátóképességét más tóéval hasonlítjuk össze. Ilyen fotometrikus méréseket végzett *Linksbauer*[2] a Traunseen, *Gruber*[3] a Bodenseen, *Birge* és *Juday*[4] az északamerikai Seneca Lake-ban. Utóbbiak sze-

rint a Seneca-tóban egy méter mélybe a felszínre ható fénymennyiség 21·4%-a, 5 méterre 5·4%-a, s 10 méterre pedig 1%-a jut le. Chemiailag tiszta vízben a megfelelő értékek: 1 méterre 47%, 5 méterre 29%, 10 méterre 2·3%. A görbék az illető tó vizének átlátszósága szerint változnak. A Seneca-tó láthatósági mélysége 11—13 m, a Balatoné ellenben csak 0·5 m, vagy még ennél is kevesebb. A Seneca-tó mélyében a sugárzási viszonyok tehát sokkal kedvezőbbek, mint a Balatonban. A fényabszorbciós görbék a következő formát mutatják. (L. ábra.)

A Balaton görbéjén bizonyos szóródás mutatkozik, amit semmi esetre sem csak a kísérleti hibák, hanem a nyugodt és háborgó víz zavarosságának különbségei okoznak. A Balatonban tehát 3½ méter mélyre csak annyi fény jut le, mint a Seneca-tóban 10 méterre és 1·5 méterre viszont annyi, mint annál 5 méterre. Ezeknek a viszonyoknak mélyreható biológiai fontosságot kell tulajdonítanunk.

Tabelle I. táblázat.

Nr.	Idő Zeit	Mélység Tiefe m	Exp. idő Exp. Zeit min.	Fénymennyiség Lichtmenge %	Megjegyzés — Anmerkung
1	10h 5′	2	20	6·88	
2	11h 25′	2	20	4·15	1928. VIII. 27. 600 m-nyire az intézet előtt.
3	3h 15′	2	20	8·23	Napsütés, szélcsend. Előtte való nap vihar
4	4h 35′	2	20	4·26	volt.
5	6h 00′	2	20	5·73	
6	3h 50′	3	30	1·69	1928. VIII. 27. 600 m im See vor dem
7	5h 12′	3	30	1·82	Institut. Sonnenschein. Windstille. Am Tage
8	10h 40′	3·8	30	0·53	vorher Sturm.
9	12h 00′	3·8	30	0·77	

Tabelle II. táblázat.

Nr.	Idő Zeit	Mélység Tiefe m	Exp. idő Exp. Zeit min.	Fénymennyiség Lichtmenge %	Megjegyzés — Anmerkung
1	8h 40′	2	20	1·62	
2	10h 10′	2	20	1·28	1928. VIII. 29. 300 m-nyire a bojától
3	10h 40′	2	20	0·85	kifelé az intézet előtt. Előző éjjel vihar.
4	11h 15′	2	20	1·02	1—2 felhős, azután napsütés. 1—7 hullá-
5	11h 45′	2	20	0·98	mos. 8—9 csendes.
6	12h 15′	2	20	0·93	
7	12h 45′	2	20	0·93	1928. VIII. 29. 300 m vor der Boje des
8	4h 35′	2	20	3·86	Institutes. Nachts vorher Sturm. 1—2 be-
9	5h 40′	2	20	3·65	wölkt, 1—7. Wellen, 8—9 ruhig.

Tabelle III. táblázat.

Nr.	Idő Zeit	Mélység Tiefe m	Exp. idő Exp. Zeit min.	Fénymennyiség Lichtmenge %	Megjegyzés — Anmerkung
1	10h 16′	2	20	5·8	1928. VIII. 27. u. o. mint I. Szélcsend, napsütés.
2	10h 16′	3	30	1·7	1928. VIII. 27. ebd. wie I., sonnig, windstill.
3	10h 16′	3·8	30	0·6	Középérték 5 mérésből. — Mittel von 5 Bestimm.

Tabelle IV. táblázat.

Nr.	Idö Zeit	Mélység Tiefe m	Exp. idő Exp. Zeit min.	Fény-mennyiség Licht-menge %	Megjegyzés — Anmerkung
1	8h 37′	1·5	20	0·3	1928. VIII. 30. Örvényesi öböl Csúcshegyi nádas szélén a parttól 50 m. Előző nap szél. Szélcsendes napsütéses idő.
2	9h 10′	1·2	20	1·0	
3	9h 43′	0·8	20	2·3	1928. VIII. 30. Bucht von Örvényes, 50 m vom Ufer am Rande des Schilfes. Windstille, sonnig. Am Tag vorher Wind.
4	10h 13′	0·4	20	6·4	

PHOTOMETRISCHE MESSUNGEN IM WASSER DES BALATONS.

Von Georg von Ludány und Johann Páter.

Photometrische Untersuchungen im Wasser des Balatonsees hatten den Zweck, uns für die biologische Beurteilung der hier herrschenden Verhältnisse entsprechende exakte Grundlagen zu verschaffen. Wir begnügen uns hier mit der Wiedergabe der Zahlen, ohne aus ihnen vorerst biologische Folgerungen zu ziehen.

Bekanntlich ist der Balaton sehr seicht. Trotz seiner grossen Ausdehnung ist seine Durchschnittstiefe nur 3 m. Die Folge ist, dass jeder Sturm das Wasser heftig aufwirbelt und dieses sehr trüb ist. Besonders stark ist dies dann der Fall, wenn man das Wasser nach einem starken Wind beobachtet. Im Winter unter der ruhigen Eisdecke, klärt es sich bedeutend. Eine physikalisch-chemische Analyse der Trübung des Wassers findet man auf S. 155.

Über die Durchsichtigkeit des Wassers hat bereits *Lóczy*[1] orientierende Untersuchungen angestellt, indem er einen weissen Teller in bekannter Weise im Wasser versenkte und bestimmte, in welcher Tiefe dieser unsichtbar wird. Er konstatierte, dass schon in einer Tiefe von Bruchteilen eines Meters die Platte verschwindet, als Zeichen der grossen Undurchsichtigkeit des Wassers. Exakte photometrische Messungen über die Menge des Lichtes, das durch das Wasser dringt, waren bisher nicht ausgeführt.

METHODIK.

Wir benützten zwei Keilphotometer nach *Eder—Hecht*, von welchen der eine ausserhalb, der andere unterhalb des Wassers exponiert wurde. Aus den entsprechenden beigegebenen Tabellen lässt sich die absolute Lichtmenge bestimmen. Zur Exposition unter Wasser haben wir uns einen einfachen Apparat gebaut.

An einer bis zum Grunde des Sees, also 4 m tief, reichenden Stange war eine Blechkiste befestigt. In dieser befand sich ein Glas, in welches das Photometer gelegt wurde. Das Glas wurde seitwärts durch einen Kork mit Paraffin wasserdicht verschlossen und in der Blechkiste durch entsprechende Klammern fixiert. Unter Vermeidung von Beleuchtung wurde das Photometer vorher geöffnet und hineingelegt. In geschlossenem Zustand wurde der Apparat versenkt und dann durch Anziehen eines Strickes der Deckel geöffnet bzw. nach einer bestimmten Zeit wieder geschlos-

sen. Nachdem die Absorption des Glasgefässes auch in Betracht gezogen werden musste, wurden gleichzeitig mit beiden Photometern an derselben Stelle Bestimmungen gemacht und berechnet, um wie viel der Photometerwert des im Glase versenkten Photometers korrigiert werden muss, um richtige Werte zu erhalten.

VERSUCHE.

Die Bestimmungen wurden in verschiedenen Reihen ausgeführt. Erstens wählten wir einen bestimmten Platz und eine bestimmte Tiefe und bestimmten an einem Tag kontinuierlich, in regelmässigen Intervallen, die Lichtabsorption. In Tabelle I. ist der entsprechende Versuch wiedergegeben. Zur Messung befanden wir uns auf dem verankerten Motorboot des Institutes, in dessen Kajüte das Auswechseln des Photometers vor sich ging.

Während im vorigen Versuch das Wasser ruhig und das Wetter sonnig war, ist in der zweiten Versuchsreihe derselbe Versuch an einem windigen, unruhigen Tag ausgeführt. Jedenfalls ist der Wellenschlag, der, wie erwähnt, das Wasser aufwirbelt, die Ursache dafür, dass an diesem Tag viel geringere Lichtmengen durch das Wasser traten. (Tabelle II.)

Wir erhielten also das überraschende Resultat, dass bei ruhigem Wetter in 2 m Tiefe nur 4—8%, bei stürmischem Wetter sogar nur 0·5—1% der Lichtmenge gelangt, die auf die Oberfläche des Wassers wirkte.

In Tabelle III. haben wir dann die unter gleichen Verhältnissen, bis zu fast 4 m Tiefe (dem Grund) gemessenen Werte zusammengestellt. Wie man sieht, nimmt die hinabgelangende Lichtmenge von Meter zu Meter so stark ab, dass in 4 m Tiefe beständig weniger als 1% des an der Oberfläche wirksamen Lichtes vorhanden ist.

In Tabelle IV. haben wir denselben Versuch am Rande eines Schilfes, in mit Uferpflanzen dicht umgebenem Gelände ausgeführt. Hier war naturgemäss, durch die Verdeckung durch die Pflanzen, noch viel weniger Licht in die Tiefe gelangt.

Vergleicht man die Lichtdurchlässigkeit des Balatons mit der von anderen Seen, so finden wir das folgende: Photometrische Beobachtungen an Seen sind ausgeführt von *Linsbauer*[2] am Traunsee, *Gruber*[3] am Bodensee, *Birge* und *Juday*[4] im Seneca Lake in Nordamerika. Nach letzteren gelangt in 1 m Tiefe 21·4%, in 5 m 5·4%, in 10 m 1%. In chemisch reinem Wasser wäre zu erwarten: in 1 m 47%, 5 m 29%, 10 m 2·3% der ursprünglichen Strahlungsenergie. Die Kurven variieren je nach der Sichttiefe. Der Senecasee hat eine Sichttiefe von 11—13 m, der Balaton dagegen von etwa 0·5 m oder weniger. Die Lichtabsorptionskurven zeigt die Abbildung. Sie zeigt im Balaton eine gewisse Streuung, was jedenfalls nicht nur von den Versuchsfehlern, sondern durch die verschiedene Trübung bei ruhigem oder stürmigem Wetter herrührt. Es gelangt also im Balaton in 3·5 m Tiefe, so viel Licht, wie im Lake Seneca in 10 m Tiefe, bzw. in 1·5 m Tiefe so viel, wie dort in 5 m. Diese Verhältnisse müssen tiefgreifende biologische Bedeutung haben.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. kötet. 3. r. Resultate der wissenschaftlichen Erforschungen des Plattensees. I. 3.

[2] *Linsbauer, L.*, Sitz. Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Nat. Kl. 94. 1905.

[3] *Gruber, M.*, Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. X. 1922.

[4] *Birge* und *Juday*, Bull. of the Bureau of Fisheries. Vol. 37. 1919—20. Citiert nach *Ruttner F.*, Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. XV. S. 11. 1915.

INTERFEROMETRIÁS VIZSGÁLATOK A BALATONON.

Irta: Dr. Gärtner István
a debreceni egyetem közegészségtani intézetének tanársegédje.

Módszer. Az interferometria az optikai methodusoknak azon csoportjába tartozik, melynél a fénytörésképességet határozzuk meg fényinterferencia jelenség segítségével. Lényegileg tehát fénytörés, refrakciómérés, éppen úgy, mint a refraktometria. Ahol a refraktometer azonban már felmondja a szolgálatot, mert a végbemenő koncentrációváltozások a refraktometer hibaforrásain belül esnek, ott kezdődik az interferométer hatásköre. Alkalmas kamrahosszúság segítségével az interferométer érzékenységét tetszőlegesen tudjuk növelni a Pulfrich-féle bemerülő refraktométer érzékenységének 20, 200, sőt 2000-szeresére.

Egy ugyanazon interferométernél is tetszés szerint változtatható ugyanis a szükségesség szerint az érzékenység a kamrák hosszának alkalmas megválasztása által. A kamrák hosszával arányosan nő az interferométer érzékenysége, de viszont csökken a mérhető koncentrációk határa. Egy bizonyos interferométernél egy meghatározott kamrahosszúságnál talált interferometriás értéket egy másik hosszabb vagy rövidebb kamrára ezen alapon egyszerűen átszámíthatunk. A mi interferométerünk 20 mm kamrahosszúságnál 1‰-es NaCl-ra 213 interferometriás értéket (skálaosztályzatot) adott. Mivel a leolvasásoknál egy I. E.-nél nagyobb szubjektív hiba nem fordul elő (feltéve, ha a folyadékok teljesen felvették a vízfürdő hőmérsékletét), sőt csekély gyakorlat után 0·5 I. E. pontosságig is sikerül minden nehézség nélkül leolvasni (illetve több leolvasás középértékétől az eltérés csak ritkán nagyobb 0·5 I. E.-nél), a hibahatár tehát, mellyel a készülék dolgozik, 1‰-es NaCl vizsgálata és 20 mm-es kamra használata esetén ennek 0·005‰-je, vagyis a készülék 0·005 mg ‰ NaCl, vagy ennek megfelelő koncentrációváltozást még megérez.

Ajánlatos egyébként a kamra hosszát és az összehasonlító oldatot úgy megválasztani, hogy a kapott I. E. 1000-nél nagyobb ne legyen, dacára annak, hogy a készülékek 3000-ig vannak osztályozva. A hitelesítési görbe ugyanis 1000 osztályrészig halad lineárisan, ezen felül már a vízszintes fele gyenge konvex elhajlást mutat. Ennek oka abban keresendő, hogy egy interferometriás csíkpárnak megfelelő érték, — amit megkapunk, ha a felső csíkokat a pontos beállítás után egy csíkkal balra visszük — alacsony I. E.-nél valamivel kevesebb, mint magas I. E.-nél. A főbb ok azonban, ami az 1000 I. E.-en felüli dolgozást kifogásolja, a következő: Az interferométerrel — mint ismeretes — differenciaméréseket, vagyis két folyadék — a meghatározandó és összehasonlító folyadék — közötti fénytörésdifferenciát határozzuk meg. Ha a méréseket homolog és nagy koncentrációkülönbséget nem mutató oldatok között eszközöljük, akkor a hőmérséknek esetleges változása nem bír különösebb jelentőség-

gel, mert ilyen esetben mind a két folyadék sűrűsége azonos arányban változik. Heterolog és nagy koncentrációkülönbséget mutató oldatpároknál azonban a hőmérséklet változására a heterolog oldatok sűrűsége különböző arányban változik. Ennek kiküszöbölésére általános temperaturakorrekciót alkalmazni nem lehet, hanem minden oldatpárra és kamrahosszúságra ez külön határozandó meg. Ezek alapján az interferométeres mérések a temperaturaváltozásokkal szemben nagyon érzéketlenné tehetők azáltal, ha az oldatpárok homologok és úgy vannak megválasztva, hogy közöttük nagy fénytörésbeli különbségek nincsenek.

A temperaturaváltozásoknak ilyen módon való kiküszöbölése ránk nézve is fontossággal bírt, mert tekintve a kül- és szobalevegő hőmérsékletében észlelt nagy ingadozásokat a különböző napokon végzett vizsgálatok között pár C°-nyi differencia mindig előfordulhatott. Tekintve, hogy a Balatonvíznek az I. E. — mint látni fogjuk — desztillált vízzel összehasonlítva kevesebb, mint 100 I. E., ami kb. 0·5‰-es NaCl-oldatnak felel meg, theoretikus számítások alapján még 4 C° hőmérsékletingadozás által okozott sűrűségbeli változás is a készülék hibahatára alatt mozog. E számítás helyességét kísérletileg is igazoltuk, amikor még 5 C° differencia sem okozott a fénytörésben mérhető elváltozást.

A vizsgálatokat 20 mm-es fémkamrában végeztük, összehasonlító oldatul pedig desztillált vizet használtunk. (A kamra hossza nem felel meg pontosan 20 mm-nek, hanem annál valamivel hosszabb, 20·3 mm. Az összes alább feltűntetett értékek tehát 0·998 faktorral szorzandók.) A vizsgálandó vizeket a meghatározás előtt filteren (C. Schleicher és Schüll No. 589) átszűrtük, mivel azoknak változófokú zavarossága — ami főleg szuszpendált iszaprészektől származik — az interferencia csíkok élességét s ezzel együtt a pontos leolvasását zavarja. A kamrát — a sorozatos meghatározásokra való tekintettel — az egyes leolvasások után nem szárítottuk ki, hanem a vizsgálandó oldattal bőségesen átöblítettük. A vízmintákat üvegdugós üvegekben teljesen megtöltve vettük s a vétel után lehetőség szerint 2—3 órán belül feldolgoztuk.

A Balatonvíz vizsgálata: A Balaton különböző pontjain és mélységein végzett fénytörőképességméréseket az alábbi I. táblázat tünteti fel. Az értékekből az interferométernek 0-pont értékét (23) már levontuk.

A Balatonvíz refrakcióértékei tehát — amint a táblázatból láthatók — átlagban 76 és 78 I. E. között mozognak. Mivel — mint jeleztük — leolvasási és egyéb kísérleti hibákra 1 I. E. számítandó, a visszamaradó 1 I. E.-ből pedig, mint esetleges fénytörésbeli különbségből jelentősebb következtetéseket levonni nem lehet. Mégis azonban a 8. és 9. pontokon, illetve ezen pontok közelében a víz fénytörése nagyobbfokú ingadozást, 70—79 I. E. között, mutat, ami már határozottan kívül esik a kísérleti hibákon és amelyből a víznek molekuláris koncentrációingadozásaira következtethetünk. E pontok közelében van a Nagybereki-láp és ömlik be a Zala-folyó, így az észlelt fénytörésbeli különbségeket minden valószínűség szerint ezen tényezőkre vezethetjük vissza. A balatonfüredi csatorna beömlésénél mutatkozó csekély refrakcióemelkedés általában a szennyvizek magasabb fénytörésképességével magyarázható.

Patakok vizsgálata: A Balaton vizének ezen nagyfokú refrakcióállandósága annál is inkább különös, mert a tóba beömlő (eddig vizsgált) források és patakok

mind nagyobb fénytörést mutatnak. Az alábbi II. táblázatban felsorolunk néhány adatot, melyek a most mondottakat bizonyítják.*

A magasabb fénytörésű patakvíznek az elkeveredése azonban igen rövid idő alatt tökéletesen végbemegy, amit a tó állandó refrakciója bizonyít. A patak vizének magasabb fénytörése kétféle módon hasonulhat a tó vizének alacsonyabb fénytöréséhez: részben a csapadékvíz által, ami a tó vizét állandóan felhígítja, részben pedig a patakok vizében oldott alkotórészek kicsapódása következtében.

A táblázatokban feltüntetett értékek abszolút számokat azonban nem jelentenek, hanem csak a két oldat közötti (desztillált víz és Balatonvíz) fénytörésképességbeli különbségét adják. Összehasonlító értékekül sem használhatók fel, mert ezek csak a mi interferométerünkre vonatkoznak. Minden interferométer ugyanis mint külön individuum kezelendő, melynek érzékenysége, eltekintve a kamrák hosszától, igen erősen függ a kompenzátorlemezek vastagságától, ami viszont a különböző eszközöknél különböző lehet. Összehasonlító értékek céljából a Balatonvíz fénytörését — ami több oldatban levő só optikai tulajdonságából tevődik össze — tisztán NaCl refrakciójára akarjuk vonatkoztatni. Ezért víztartalmától teljesen megfosztott, kémiailag tiszta (Merck-féle) NaCl-ból készítettünk egy pontosan 1%-os oldatot, melyet mint törzsoldatot a továbbiakban hígítottunk. Ezen oldatok interferometriás értékei a következők:

1 : 100 = 2103	1 : 800 = 243
1 : 200 = 1006	1 : 1600 = 128
1 : 400 = 502	1 : 3200 = 57

A fenti adatokból számítva a Balatonvíz I. E.-nek — átlagban 77-nek — megfelel 1:2750-re felhígított abszolút tiszta NaCl-nak a fénytörése, ami viszont 0·03636% NaCl-refrakcióval egyenlő. A legkisebb és legnagyobb refrakcióértékeknek (70 és 79 I. E.-nek), melyeket vizsgálataink folyamán a Balatonvízben találtunk, megfelel 1:2900 és 1:2700-ra felhígított NaCl, illetőleg 0·03448% és 0·03703% NaCl fénytörése.

Összefoglalva tehát megállapíthatjuk, hogy a Balatonvíz fénytörése igen alacsony, ami kevés oldott alkotórész jelenlétére enged következtetni. A tónak különböző pontjain és mélységein különböző időben végzett mérések általánosságban fénytörésdifferenciákat — kivéve a 8. és 9. számú pontokat, ahol egy csekély felhígulás észlelhető — nem mutatnak. Az eddig vizsgált patakok, melyek a tóba beömlenek, mind magasabb fénytöréssel bírnak, mint a Balaton vize. Feltételezhető azonban, hogy más, csapadékban gazdagabb évszakban a Balatonvíz refrakcióértékében csekélyebbfokú eltolódás mutatkozhatik.

* E helyen is kötelességemnek tartom Dr. Rigler Gusztáv egyet. tanár úrnak hálás köszönetemet kifejezni, aki megengedte, hogy tudományos kirándulásain résztvehessek és így módot adott nekem a forrás- és patakvíz adatainak megszerzésére.

Tabelle I. táblázat.

Hely — Ort	Mélység Tiefe	Interferometer Egység Einheiten
Biologiai Intézet előtt, a bója mellett, július 16. — Bei der Boje vor dem Institut. 16. Juli		
(Szélcsendes idő, állandó napsütés)	0 m	77
(Windstille, Sonnenschein)	1·5 „	77
	3 „	77
I. sz. hely, Tihany („kút") júl. 12. — I. Stelle. Tihanyer Enge. 12. Juli		
(Hullámzás nincs, állandó napsütés)	0 m	76
(Keine Wellen, Sonnenschein)	4 „	76
	8 „	76
	10 „	78
II. sz. hely, Balatonfüredi öböl, júl. 13. — II. Stelle. 13. Juli, Bucht von B. Füred		
(Szélcsendes idő, állandó napsütés)	0 m	76,5
(Windstille, Sonnenschein)	1·5 „	77
	3 „	77
III. sz. hely, Siófok-Lovas közt, júl. 25. — III. Stelle zwischen Siófok-Lovas, 25. Juli		
(Erős hullámzás, napsütés)	0 m	77·5
(Starker Wellenschlag, Sonnenschein)	2 „	77·5
	4 „	77·5
IV. sz. hely, Balatonfőkajár július 10. — IV. Stelle 10. Juli		
(Hullámzás nincs, napsütés)	0 m	78
(Keine Wellen, Sonnenschein)	2 „	78
	3·7 „	76·5
V. sz. hely, Balatonföldvár augusztus 8. — V. Stelle 8. August		
(Hullámzás nincs, napsütés)	0 m	77·5
(Keine Wellen)	1·5 „	77·5
	3 „	77·5
VI. sz. hely, Révfülöp-Boglár közt, júl. 7. — VI. Stelle zwischen Révfülöp-Boglár, 7. Juli		
(Erős hullámzás, vihar)	0 m	77
(Starke Wellen, Gewitter)	2 „	77
	4 „	77·5
VII. sz. hely, Badacsony-Tomaj; július 18. — VII. Stelle; 18. Juli		
(Erős hullámzás, napsütés)	0 m	76·5
(Starke Wellen, Sonnenschein)	1 „	76
Fonyódi kikötőnél, augusztus 10. — Beim Hafen in Fonyód 10. August		
(Hullámzás nincs, napsütés)	0·5 m	74·5
(Keine Wellen, Sonnenschein)	2 „	74
VIII. sz. hely, aug. 10. Nagyberek előtt. — VIII. Stelle. 10. Aug., vor Nagyberek		
(Hullámzás nincs, napsütés)	0·5 m	73
(Keine Wellen)	1·5 „	70
IX. sz. hely, Zala torkolatánál, aug. 10. — IX. Stelle. 10. Aug. Zala-Mündung		
(Hullámzás nincs, napsütés)	0·5 m	79
(Keine Wellen)	1·5 „	79
IX. sz. hely, augusztus 14. — IX. Stelle, 14. August		
(Hullámzás nincs, napsütés)	0 m	73·5
(Keine Wellen)	1 „	73·5
	1·7 „	72·5
X. sz. hely, Keszthelyi öböl; július 18. — X. Stelle vor Keszthely; 18. Juli		
(Erős hullámzás, vihar)	0 m	77
Starker Wellenschlag, Sturm)	2 „	76·5
XI. sz. hely, Balatonrendes előtt július 7. — XI. Stelle vor Balatonrendes 7. Juli		
(Erős hullámzás, vihar)	0 m	76·5
(Starke Wellen, Sturm)	1·5 „	77
Balatonfüredi csatorna beömlésétől 10—15 m-re		
10—15 m von der Mündung des Balatonfüreder Kanals	0·5 m	80

Tabelle II. táblázat.

Dátum	Hely — Ort	Interferometer Egység Einheiten
Aug. 7.	Ciprián-forrás	145
Aug. 9	Dobogó patak forrása Külley Ila-kertjében	134
	Dobogó patak keleti forrása (Káposztáskert)	141
	Vekény patak forrása (III. sz.)	117
	Balatonfüredi patak a torkolatnál	137
	Aszófői patak Vekény (beömlésnél)	122
	Berekréti Dobogó patak	129
Aug. 21	Koloska-forrás	126
	Sédpatak (beömlésnél) (Arács)	123
	Kéki-forrás	128
	Tihanyi kút (Aszófői új országútnál)	98
	Balatonfüredi patak Siske-forrása	120
Aug. 25	Pecekút forrás	108
	Alsóőrsi patak	127
	Vöröskő (Felsőőri forrás)	134
	Lovasi patak (hídnál)	97
	Séd patak, Nosztori forrás	124
	Csopaki patak	89
	Csopaki savanyúforrás	550
Aug. 27	Romkuti forrás	98
	Vörösberényi patak Ferenc-forrás	114
	Vörösberényi patak	118
	Füzfői-telepi vízvezeték	129
Aug. 30	Balatonfüredi: Ferenc József-forrás	411
	Falmelletti forrás	558
	Savókúti „	554
	Lobogó „	559

INTERFEROMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN AM BALATON.

Von Dr. Stefan Gärtner
Assistent des Hygienischen Instituts der Universität Debrecen.

Die Untersuchungen wurden mit dem Zeiss'schen tragbaren Interferometer, mit einer 20·3 mm langen Kammer ausgeführt. Um einer 20 mm Kammerlänge entsprechende Werte zu erhalten, müssen somit die mitgeteilten Daten mit dem Faktor 0·998 multipliziert werden. Um die wechselnde, vom aufgewirbelten Schlamm herrührende Trübung auszuschalten, wurde das Wasser vor der Untersuchung durch ein Filter (Schleicher—Schüll, No. 589) filtriert. Die Wasserproben wurden in vollgefüllten Flaschen entnommen und innerhalb einiger Stunden verarbeitet. Zum Vergleich diente destilliertes Wasser.

Zur Untersuchung gelangte vor allem das Wasser vom Balaton, welches von verschiedenen Punkten und verschiedener Tiefe des Sees eingeholt wurde (Tabelle I.), ferner einige Quellen und Bäche, welche sich in den Teich ergiessen. (Tabelle II.)

Die Werte des Balatonwassers sind ziemlich niedrig — 76—78 Skalenteile — und bewegen sich innerhalb enger Grenzen. Nur bei der Einmündung des Zalaflusses (Punkt VIII.) ist eine geringe Abnahme (70 Skalenteile) und beim Balatonfüreder Kanal eine sehr kleine Zunahme (80 Skalenteile) zu verzeichnen. Das Wasser des Sees behält also eine weitgehende Konstanz in seiner molekularen Konzentration.

Wenn wir im Mittel mit einer dem Skalenteil 77 entsprechenden Konzentration rechnen, so entspricht diese einer 0·03636%-igen reinen Kochsalzlösung. Die kleinste gefundene Refraktion würde einer 0·03448 und die grösste einer 0·03703%-igen Kochsalzlösung entsprechen.

Die Wässer der Quellen und der Bäche wurden durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Rigler der Untersuchung zugänglich. Diese haben eine viel höhere Refraktion, welche sich nach Tabelle II. zwischen 97 und 145 Skalenteilen bewegt. Die Säuerlinge von Balatonfüred und Csopak weisen Refraktionen von 411—559 Skalenteilen auf.

Das Quellen- und Bachwasser muss demnach, in den Balaton gelangt, eine Konzentrationsverminderung erfahren. Diese kann auf zweierlei Weise zustande kommen, namentlich durch Verdünnung, durch Grund- bzw. Regenwasser und durch Ausfällungen. Vermutlich spielen beide Faktoren eine Rolle.

Ein umfassender Einblick in die Konzentrationsverhältnisse des Balatonwassers und seiner Quellen und Bäche kann nur auf Grund weiterer Untersuchungen gewonnen werden, denn die in diesem besonders trockenen Sommer (1928) gefundenen Ergebnisse sind kaum als allgemein gültige Anhaltspunkte zu betrachten.

A BALATON VIZÉNEK ZAVAROSSÁGA.

Irta: Dr. Gärtner István,
a debreceni egyetem közegészségtani intézetének tanársegédje.

Valamely víznek tisztasága, illetve zavarossága, a zavarosodó részecskék száma és azoknak nagysága igen nagy befolyással bír a rajta áthaladó fénysugár quantitatív és qualitatív tulajdonságaira nézve. Minél több a vízben a zavarosodást okozó részecskék mennyisége, annál nagyobb a sugár elnyeletése is, minek következtében az csak csekélyebb mélységig hatolhat le. A zavarosodó részecskék nagysága viszont a fénynek különböző hullámhosszaiban különböző nagyságú elszóródást hoz létre, így azt qualitatíve változtatja meg. A tiszta vízben haladó fénysugár különböző hullámhosszainak az elnyeletése is teljesen különböző. Legkisebb az abszorbciós koefficiens a rövid hullámhosszakban, így azok juthatnak le a legnagyobb mélységig, míg a vörös sugarak elnyeletése sokkal nagyobb. Fényérzékeny lemezzel való mérések szerint azok tengerben még 400 m mélységen túl is mutattak kisfokú barnulást, de azon túl már nem jut le napfény.* Mivel a növényi és állati életnek igénye a napsugarakkal szemben különböző, ebből magyarázható, hogy a tenger egyes mélységeiben más fajok fordulnak elő. Édesvízű tavak átlátszósága és tisztasága azonban sohasem olyan nagyfokú, mint a tengeré, ezért a fénysugár is csak jóval kisebb mélységig hatolhat le.

Módszer. A Balatonvíz zavarosságának meghatározására mi photometriai eljárást választottunk. Meghatároztuk azt a fénymennyiséget, amely a vízben oldott és szuszpendált zavarosodó részecskék jelenlétének dacára is azon áthalad. Vizsgálatainkhoz a C. Pulfrich-féle Stufenphotometert használtuk, mely lényegileg egy a végtelenre beállított kettős távcsőből áll, továbbá egy okulárból, mely a két okulárprizmának választóvonalára pontosan beállítható. A két okulárprizma a két objetívről alkotott képet hozza egymás mellé egy látótérbe. A látóterek világossági viszonyai — a két objektívnek egyenlő megvilágítását feltételezve — egyedül a valóságos objektív nyílások viszonyától függ. Az objektív lencsék alatt mindkét oldalon egy négyzetalakú nyílás van készítve, melyek közül a jobboldali mérhetőleg megváltoztatható. A nyílásnak nagysága, illetőleg a rajta átbocsátott fényintenzitás egy dobon leolvasható.

A zavarosságméréseket a készülékkel egy általunk leírt módszer alapján a következőképen végeztük: A vizsgálandó oldat 50 mm magas küvettában az állandó nyílású objektív, míg a változtatható nyílással ellátott objektív alá pedig pontosan centrirozva ugyancsak 50 mm magas küvettában az összehasonlító oldat — esetünkben desztillált víz — kerül. Megvilágítás egy 50 gyertyafényű fémszálas izzólámpa segítségével matt üvegen keresztül történik, melynek sugarait a küvetták alá elhelye-

* *O. Krümmel:* Handbuch d. Oceanographie. Richard ford. Pécsi A. Oceanographia.

zett baritfehér lemezek vetítik az oldatokon keresztül az objektívekbe. Ha most betekintünk az okulárba, akkor a két látótér különböző színben és intenzitásban tűnik elénk. A zavaró színbeli különbség, mely a pontos összehasonlítást lehetetlenné teszi, s melynek erőssége a vizsgálandó oldat zavarosságával növekszik, alkalmas fényszűrő segítségével kiküszöbölhető. (Az okulár alatt 7 filterből álló széria van beépítve, melyek közül mi a *sárgás-zöld** fényszűrőt használtuk.) A két látótér közötti fényintenzitásbeli differencia az objektívnyílás szűkítésével, illetve az összehasonlító oldaton áthaladó fényintenzitás csökkentésével egyenlíthető ki. Mikor a két látótér egyenlő intenzitásban tűnik fel, akkor a dobon leolvasott érték százalékban adja meg az összehasonlító oldaton áthaladó fényintenzitáshoz viszonyítva annak a fénynek a mennyiségét, amely a zavaros oldaton áthalad. Az oldat zavarosságával fordítva arányos — azonos dispersitást feltételezve — a fényáteresztő képesség.

Eredmények. A Balatonnak különböző helyeiről és mélységeiből vett vízminták fényáteresztő-képességét az alábbi táblázatban foglaljuk össze. Az időjárási viszonyokat, a hullámzásnak az erősségét is röviden megadjuk, mint olyan tényezőket, melyek a víz zavarosságára befolyással vannak. A vízmintákat üvegdugós üvegben színültig tele vettük s a lehetőség szerint 2—3 óra alatt feldolgoztuk. A mérések előtt a vizet, mivel időközben üledék képződött, alaposan felráztuk. (I. Táblázat.)

A felsorolt adatokból kitűnik, hogy a Balatonvíz zavarossága általában igen nagyfokúnak mondható. A különböző helyeken e zavarosság különböző, ami azonban nem vezethető vissza teljesen az időjárás változására, illetve a hullámzás különböző erősségére. A 3. számú helyen pl. az erős hullámzás dacára is meglehetős tisztának találtuk a vizet, míg ezzel szemben az 5., 8. és 9. sz. helyeken derült időben hullámzás nélkül is meglehetős nagyfokú volt a fényelnyeletés. Ennek oka minden valószínűség szerint a tó fenékviszonyaiban keresendő. Ahol a fenék iszapos, ott már a víznek kisfokú mozgása is erős zavarosságot tud előidézni. Vihar alkalmával, mikor a tó vize igen erős mozgásban van, természetesen a zavarosság is sokkal nagyobb. A 6., 9. és 11. sz. pontokról sikerült viharban igen erős hullámzás alkalmával próbákat venni, melyek egyöntetűen mind igen kifejezett zavarosságot mutatnak. A mélységgel azonban a zavarosság nem nő nagy arányban. Így az 1. sz. helyen a víz még 8 m mélységben is csak kevéssel zavarosabb, mint a felszínen. Ez a jelenség szintén a tó vizének tökéletes keveredésére utal. Kivételt képez ez alól természetszerűleg a tófenék közvetlen környéke, ahol a zavarosság sokszor igen erős lehet és aránytalanul gyorsan emelkedhetik. Ez azonban arteficiális, mert a vétel alkalmával felkavart iszap okozza. A legnagyobb mélységekben kapott értékeknek ennélfogva nincs valami különös jelentőségük.

Egy ugyanazon helyen is nagy ingadozásoknak van azonban alávetve a víz zavarossága, amit a II. Táblázat szemléltet.

A fentiek alapján a mi — photometriás úton nyert — eredményeink százalékban adják meg azt a fényintenzitást, amelyet az 50 mm magas folyadékréteg a beeső fényből átenged. Ezen eljárás igen egyszerű és könnyen áttekinthető eredményeket szolgáltat, de ebben az alakjában csak relatív értékkel bír, mert csak egy ugyanazon magasságú folyadékrétegnél nyert számok hasonlíthatók egymás között össze. Egy

* Ennek megokolását l. a Kolloid-Zeitschr.-ben legközelebb megjelenő dolgozatunkat.

további hátránya a módszernek abban áll, hogy egy bizonyos rétegmagasság által áteresztett fénymennyiség minden további nélkül nem számítható át egy másik tetszés szerinti rétegvastagságra. Hogy ezen adatoknak a víz zavarosságát illetőleg pontosabb fizikai meghatározást adjunk, ezért az atmoszféra fényátbocsátó-képességének karakterizálására elfogadott Bouguer—Lambert-képletet alkalmaztuk a víznek fényáteresztő-képességére vonatkozólag is.

Mint ismeretes, a képlet a következő: $I = I_0 q^z$, ahol I_0 a beeső, I a mért fényintenzitás, z a fénysugár által átfutott levegőbeli (jelen esetben a vízréteg magassága) út, q pedig az úgynevezett transzmissziós koefficiens. Ez a koefficiens tehát a fénysugárnak az átfutott út egységére számított gyöngítési faktora. Ha mi a beeső fényintenzitást (I_0) 1-nek vesszük, úgy a mi százalékos adataink 100-zal osztandók s ez annyi mint I. Ha a quotienseket 1 cm rétegvastagságra akarjuk számítani, akkor z = 5. Tehát:

$$\log I = \log I_0 + z \log q$$

$$\log q \quad \frac{\log I - \log I_0}{z} \quad \frac{\log I}{5}$$

Táblázataink harmadik rovatában ezen képlet alapján számított transzmissziós koefficienseket is feltüntettük. A fenti képlet segítségével tehát bármely folyadékrétegre kiszámítható az általa átengedett fénynek a mennyisége.

A Balatonvíz zavarossága az eredmények alapján tehát igen nagy fokú. A transzmissziós koefficiensek a felszínen 0·988 és 0·828 között ingadoznak. Ennek oka több tényezőben keresendő. Mindenekelőtt az erős hullámzásban, ami az átlagban 3 m mélynek mondható tó vizét erős mozgásba hozva, a leülepedett iszapot felkavarja. A zavarosságot természetesen a tó fenékviszonyai is befolyásolják, mert sziklás, köves helyen igen erős hullámzás sem tud nagy zavarosságot előidézni, szemben a homokos, iszapos talajjal. A zavarosságnak egy másik nagy százaléka a kicsapódott $CaCO_3$-tól származik, ami $CaHCO_3$-ból áll elő szénsav eltávozása után. További oka a Balatonvíznek alacsony koncentrációja, ami a felzavart részecskék tömörülésének és leülepedésének nem kedvez. Hasonlóképen ebből magyarázható a víz zavarosságának nagy állandósága is a különböző rétegekben.

I. Táblázat. — I. Tabelle.

Hely[1] — Ort[1]	Mélység Tiefe	Az átbocsátott fény %-ban % des durchgelassenen Lichtes	q
I. sz. hely, július 12. — I. Stelle, 12. Juli	0 m	93	0·986
(Hullámzás nincs, állandó napsütés)	4 „	89	0·977
(Kein Wellenschlag, ständ. Sonnenschein)	8 „	84	0·966
	10 „	64	0·915
II. sz. hely, július 13. — II. Stelle, 13. Juli	0 m	86	0·970
(Hullámzás nincs, napsütés)	2 „	80	0·956
(Kein Wellenschlag, Sonnenschein)	3 „	56	0·891

[1] A pontok közelebbi jelzését l. 183. oldalon. — Nähere Bezeichnung der Punkte S. S. 183.

I. Táblázat. — I. Tabelle. (Folytatás. — Fortsetzung.)

Hely[1] — Ort[1]	Mélység Tiefe	Az átbocsátott fény %-ban % des durchgelassenen Lichtes	q
III. sz. hely, július 25. — III. Stelle, 25. Juli	0 m	92	0·983
(Erős hullámzás, napsütés)	2 „	91	0·981
(Starker Wellenschlag, Sonnenschein)	3 „	88	0·975
	4 „	40	0·833
IV. sz. hely, július 10. — IV. Stelle, 10. Juli	0 m	91	0·981
(Hullámzás nincs)	2 „	86	0·970
(Kein Wellenschlag)	3 „	71	0·934
	3·7 „	37	0·819
V. sz. hely, augusztus 8. — V. Stelle, 8. August	0 m	67	0·923
(Hullámzás nincs, szélcsendes idő)	2 „	56	0·891
(Kein Wellenschlag, Windstille)	3 „	39	0·828
VI. sz. hely, július 7. — VI. Stelle, 7. Juli	0 m	56	0·891
(Erős hullámzás, vihar)	2 „	54	0·884
(Starker Wellenschlag, Gewitter)	3 „	52	0·877
	4 „	30	0·786
VII. sz. hely, július 18. — VII. Stelle, 18. Juli	0 m	66	0·920
(Hullámzás nincs.)	1 „	55	0·887
(Kein Wellenschlag)			
VIII. sz. hely, augusztus 14. — VIII. Stelle, 14. August	0 m	72	0·937
(Hullámzás nincs, napsütés)	1 „	72	0.937
(Kein Wellenschlag, Sonnenschein)	1·5 „	67	0·923
IX. sz. hely, július 18. — IX. Stelle, 18. Juli.	0 m	39	0·828
(Erős hullámzás, vihar)	1 „	21	0·732
(Starker Wellenschlag, Sturm)	2 „	13	0·665
IX. sz. hely, augusztus 14. — IX. Stelle, 14. August	0 m	81	0·959
(Hullámzás nincs, derült idő)	1 „	76	0·947
(Kein Wellenschlag, heiter)	2 „	67	0·923
X. sz. hely, július 18. — X. Stelle, 18. Juli	0 m	65	0·917
(Erős hullámzás, vihar)	2 „	35	0·811
(Starker Wellenschlag, Gewitter)			
XI. sz. hely, július 7. — XI. Stelle, 7. Juli	0 m	67	0·923
(Erős hullámzás, vihar)	1·5 „	65	0·917
(Starker Wellenschlag, Gewitter)			

II. Táblázat. — II. Tabelle.

Hely — Ort	Mélység Tiefe	Az átbocsátott fény %-ban % des durchgelassenen Lichtes	q
Tihany, bója mellett, július 16. — Bei der Boje, 16. Juli, 9h a. m.	0 m	87	0·973
(Kis hullámzás, derült idő)	1·5 „	83	0·963
(Kleine Wellen, heiter)	3 „	76	0·947
Ugyanott, július 16. — Daselbst, 16. Juli, 3h p. m.	0 m	94	0·988
(Hullámzás nincs, derült idő)	1·5 „	92	0·983
(Keine Wellen, heiter)	3 „	47	0·860
Ugyanott, július 7. — Daselbst, 7. Juli, a. m.	0 m	63	0·912
(Előző éjjel vihar, hullámzás)	1·5 „	63	0·912
(In der Nacht Gewitter, Wellenschlag)	3 „	41	0·837

[1] A pontok közelebbi jelzését l. 183. oldalon. Nähere Bezeichnung der Punkte S. S. 183.

DIE TRÜBUNG DES BALATONWASSERS.

Von Dr. Stefan Gärtner,
Assistent des Hygienischen Instituts der Universität Debrecen.

Die Trübung eines Wassers bewirkt vor allem, dass die durchlaufenden Lichtstrahlen eine sowohl quantitative, wie auch eine qualitative Änderung erfahren. Da aber das Licht einen der belebenden Faktoren darstellt, so hat die Trübung einen mittelbaren Einfluss auf das ganze biologische Geschehen im Wasser.

Zur Bestimmung der Trübung wählten wir das photometrische Verfahren. Unter die beiden Mikroskopröhren des Pulfrich'schen Stufenphotometers wurde je eine zilindrische Küvette von 50 mm Höhe mit destilliertem bzw. dem zu beobachtenden Wasser gelegt und unter Anwendung des Gelbgrünfilters abgelesen.*

Die Wasserproben wurden in vollgefüllten Flaschen ins Laboratorium befördert und innerhalb einiger Stunden untersucht. Die Ergebnisse sind in der Tabelle I. zusammengestellt. Es ist aus ihr ersichtlich, dass die Lichtabsorption des Wassers im Allgemeinen ziemlich gross ist. Obwohl die Trübung sicherlich auch von der Windstärke und Windrichtung, d. h. vom Wellenschlag abhängt, so ist dieser Einfluss an verschiedenen Stellen des Sees doch nicht gleich gross. Es spielt offenbar auch die Beschaffenheit des Seegrundes mit eine Rolle. So fanden wir an der Untersuchungsstelle No. III. selbst bei starkem Wellenschlag noch in 3 m Tiefe eine Lichtdurchlässigkeit von 88%, an der Oberfläche sogar 92%, während an den Stellen No. V., VII., VIII. bereits an der Oberfläche nur 67,66. bzw. 72% Licht bei Windstille und ruhigem See druchgelassen wurde. Es ist einleuchtend, dass ein Sturm noch stärkere Trübungen verursacht. So weisen die Untersuchungen an den Stellen No. VI. und IX. im Sturm eine Durchlässigkeit von nur 56 und 39% an der Oberfläche auf. Im allgemeinen wächst die Trübung mit der Tiefe nur langsam. An der Stelle I. fanden wir selbst in der Tiefe von 10 m eine Durchlässigkeit von 64% (Oberfläche 93%). Dies weist auf eine starke Durchmischung der Wasserschichten hin. Die grosse Trübung in der Nähe des Wassergrundes (z. B. Stelle IV. mit 37%) rührt von der artefiziellen Aufwirbelung des Schlammes bei der Wasserentnahme her.

Die Trübung ist selbstverständlich auch an derselben Stelle grossen Schwankungen unterworfen. So fanden wir bei der Boje (Tab. II.) auf der Oberfläche, je nach Wellenschlag, Werte zwischen 63 und 94%.

Wie oben ausgeführt, bedeuten unsere Zahlen, wieviel Prozente vom einfallenden Licht in der Schichtdicke von 50 mm noch durchgelassen wurden. Diese Bestimmungsart ist einfach und liefert klar übersichtliche Ergebnisse. Die Betrachtung selbst hat aber in dieser Form nur einen relativen Wert, da nur Zahlen bei derselben Schichtdicke untereinander verglichen werden können. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die durchgelassene Lichtmenge nicht auf eine beliebige Schichtdicke ohne weiteres angegeben werden kann. Um unsere Zahlenergebnisse zu einer genaueren physikalischen Charakterisierung der Trübung auszunützen, haben wir auf das Wasser

* Die Begründung dieses Verfahrens s. in meinem demnächst erscheinenden Artikel in der Kolloid-Zeitschrift.

die für die Durchlässigkeit der Atmosphäre gebräuchliche Formel von Bouguer—Lambert angewendet.

Die Formel lautet: $I = I_0 . q^z$, wo I_0 die einfallende, I die gemessene Lichtintensität, z die durchgelaufene Luft-(hier Wasser-)strecke und q den sogenannten Transmissionskoeffizienten bedeutet. Dieser Koeffizient ist somit der Abschwächungsfaktor des Lichtes pro Einheit der durchgelaufenen Strecke. Wenn wir für die einfallende Lichtintensität (I_0) 1 setzen, so sind unsere Prozente mit 100 dividiert = I. Wenn wir den Quotienten auf 1 cm berechnen wollen, so ist in unserem Falle z = 5. Wir schreiben somit:

$$\log I = \log I_0 + z \log q$$

$$\log q \quad \frac{\log I - \log I_0}{z} \quad \frac{\log I}{5}$$

In der dritten Spalte unserer Tabellen sind die auf diese Weise erhaltenen Transmissionskoeffizienten berechnet. Es steht nun nichts im Wege auf Grund der obigen Formel die Menge des durchgelassenen Lichtes für eine beliebige Schichtdicke zu berechnen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Wasser des Balatons verhältnismässig stark getrübt ist. Die Transmissionskoeffizienten schwanken auf der Oberfläche von 0·988 bis 0·828. Die Trübung rührt vom aufgewirbelten Schlamm und von dem ausgefallenen $CaCO_3$ her: zufolge der geringen Konzentration des Wassers ballen sich die suspendierten Teilchen schwer zusammen und sinken demzufoge nur beschränkt zum Boden; daher die grosse Gleichmässigkeit der Trübung in verschiedenen Schichten.

ADATOK AZ IDEGINGERÜLET HUMORÁLIS ÁTVITELÉNEK KÉRDÉSÉHEZ.

Irta: Dr. V. Méhes Gyula adjunktus. (Tihany.)

Alig van a fiziológiai kutatásban érdekesebb és nagyobb jelentőségű probléma, mint az idegingerületnek, az ingerlés hatásának a mechanizmusa. Régóta gondoltak már arra, hogy az ideg is anyagok útján fejti hatását a beidegzett izomzatra, de *O. Loewi* felfedezéséig minderről semmi pozitívumot nem tudtunk.

*O. Loewi*nek[1] sikerült először igen egyszerű módon bebizonyítani, hogy a szívidegek ingerlésekor anyagok lépnek ki a szívet tápláló Ringer-oldatba, amely anyagok ugyanazon, vagy egy másik szíven olyan hatást váltanak ki, mint maga az idegingerlés.

Loewi klasszikus felfedezése óta igen sokan foglalkoztak e nagyjelentőségű kérdéssel. A szerzők legnagyobb része megerősíti *Loewi* felfedezését,[2] — vannak azonban, akik nem értenek egyet *Loewi*vel, tagadják azt, hogy a szívidegek izgatásakor specifikus anyag lépne ki a szívből — kétségbe vonják a humorál átvitel lehetőségét.[3] Bár jóval több azoknak a száma, akik *Loewi* álláspontjának a helyessége mellett tanuskodnak, — mégis szükség van további ellenőrző vizsgálatokra, annál is inkább, mert maga a vizsgáló tud elsősorban ítéletet mondani arról, hogy azon tényezőknek a változása, amelyeknek eredője egyik, vagy másik fenomén, — egyik, vagy másik esetben mennyire befolyásolhatja a kísérleti eredmények értékelhetését. Egy olyan kísérletnél, ahol annyi mellékkörülmény befolyásolhatja az eredmények helyességét, — a személyes tapasztalatnak igen sokszor nagyobb jelentősége, nagyobb meggyőző ereje van, mint a legmeggyőzőbb ábráknak és leírásoknak. Helyesen mondja *Kahn*,[4] hogy „a kísérletező meg van győződve eredményei magyarázatának a helyességéről, de nagyon nehéz másokat is erre a határozott meggyőződésre bírni".

Ezen szempont figyelembevételével fogtam hozzá én is kísérleteimhez, célul tűzve ki azt, hogy:

1. meggyőződést szerezzek magam is arról, hogy a *Loewi*- és a *Kahn*-féle metodikával sikerül-e a vagusanyag humorális átvitele,

2. hogy a békaszív által termelt vagusanyag hatását más állatfajok szívén is vizsgáljam.

I. KÍSÉRLETEK BÉKASZÍVEN,

Kísérleteimet 1927 novemberétől 1928 májusig végeztem. A kísérlethez kecskebékákat (*Rana esculenta*) használtam, amelyeket a hideg telelőhelyükről előző napon a laboratóriumi aquariumba hoztam fel, hogy az elég nagy hőmérsékletkülönbözet kiegyenlítődjék a kísérleti eredményre zavarólag ne hasson. A szív és idegeinek

a kipreparálásánál a *Loewi* előírását követve, mindkét vago-sympathicus-törzset kipreparáltam és a szívet izoláltan függesztettem fel Straub-kanülre. Az idegek ingerlésére 2 Voltos akkumulátort és szánka-induktóriumot használtam, melynek szekundér tekercsébe platin-elektródokat kapcsoltam. Erre fektettem reá egyik, vagy mindkét idegtörzset. Az áramkörbe egy metronóm-kontakt óra volt beiktatva, mely úgy volt beállítva, hogy félmásodpercenként egy áramcsapás érte az ideget. Tápláló folyadékul Ringer-oldatot használtam, melynek összetétele: 0·6% NaCl, 0·01% $CaCl_2$, 0·0075% KCl és 0·01% $NaHCO_3$ volt. A kanülben az esetek egy részében 1 cm^3, másik részében 0·5 cm^3 Ringer-oldat volt.

Ilyen berendezés mellett mintegy 80 kísérletet végeztem. Előzőleg mindig megnéztem azt, hogy ha 3, 5, vagy 10 percig hagyom a Ringer-oldatot a kanülben és azután átviszem egy másik szívbe, okoz-e az ott valamilyen szívműködésbeli elváltozást. Csak, miután eme *„normál periódus"* hatástalanságáról meggyőződtem, kezdtem a vagust ingerelni. A vagus ingerlése esetenként különböző áramerősséggel történt és különböző hosszú ideig, — általában 1—5 percig tartott. A vagusingerlés után rögtön kiszívtam a kanültartalmat (1 cm^3-es Luer-fecskendő és tompavégű platintű) és vagy áttettem egy másik Straub szerint kipreparált szívbe, vagy megőriztem addig, míg a szív többszöri kimosás után, az ingerlés előtti amplitudókkal dolgozott, s akkor tettem vissza a *„vagus-Ringert"* ugyanabba a szívbe, melyből keletkezett.

Az eredmény az esetek 80%-ában pozitív volt, vagyis a vagusingerlés utáni kanültartalom — a „vagus-Ringer" — ugyanazon a szíven, vagy egy másik szíven olyan hatást váltott ki, mint a vagusingerlés maga, s ez a hatás atropinnal megszüntethető. Ezek szerint már itt megjegyezhetem, hogy a *Loewi*[5] megállapítását — hasonló körülmények között — igazolni tudom.

Hogy a humorál-átvitelt nem teljes 100%-ban találtam pozitívnak, annak több oka lehet.

1. Lehetséges az, hogy az idegtörzs ingerlésekor a vagusszal együtt az accelerans is izgalomba jut és a szív kétféle, egymással ellentétes hatású anyagot termel.

Maga *Loewi*[6] is ezt tartja a sikertelen humorál-átvitel egyik legfőbb okának s úgy véli a sympathicus-hatást kiküszöbölni, hogy a sympathicust előzőleg ergotaminnal bénítja, mikor is azoknál az eseteknél is sikerül a vagushatás humorál átvitele, melyek előzőleg negatívok voltak. A magam tapasztalataiból *Asher*rel együtt én is azt mondhatom, hogy az ergotamin erre a célra nem a legjobb szer, az a legtöbbször igen súlyosan mérgezi a szívet.

2. A másik eset lehet az, hogy a szív nem volt tökéletesen kimosva, vértelenítve.

Szemben azokkal az emlősökön végzett vizsgálatokkal, amelyekben *Duschl*,[7] *Brinkmann* és *v. d. Velde*,[8] *Popper* és *Russo*[9] vérrel dolgozva igazolták emlősöknél is a humorál-átvitel lehetőségét, — *Plattner*[10] exakt vizsgálatokkal kimutatta, hogy a vagushatás (anyag) sem vérrel, sem vért, vagy annak alkatrészeit — szérumot, vagy mosott vérsejteket — tartalmazó Ringerrel át nem vihető. A normális Ringerben hatásos vagusanyag hatástalan lesz, ha a Ringerhez vért keverünk. Az én — errevonatkozólag végzett — vizsgálataim is mindenben megerősítik a *Plattner* által közölt eredményeket. Abban az esetben, ha a szívet tápláló folyadék, az O_2-vel való átáramoltatás közben erősebben habzott, — bizonyságául annak, hogy még nagyobb meny-

nyiségben tartalmazott véralkatrészeket, fehérjét, — a humorál-átvitel egy esetben sem sikerült, míg ugyanazon szíven később, a tökéletes kimosás után sikerült.

3. A humorál-átvitel negatív voltának okát kereshetjük még a szívek vagusanyag iránti különböző érzékenységében is. Különböző szívek, ugyanazzal a vagusanyaggal szemben, különböző érzékenységet mutatnak. Különböző szívek vagusát izgatva, a szívek különböző mechanikai effektussal, hatással reagálnak ugyanarra az áramerősségre. Míg egyik szív nem, vagy alig reagál, addig a másik szívnél kifejezett negatív inotrop, chronotrop hatást látunk, vagy meg is áll a szív. Könnyen elképzelhető az, hogy minden szívnek a vagusanyaggal szemben is van egy bizonyos küszöbértéke, van egy bizonyos koncentráció, amely, ha nincs meg, nem is mutatkozik hatás. Ez a küszöbérték minden szívre nézve más és más. Ezt igazolni látszik az a tény, hogy ha egyszerre több szivet preparálunk ki és a vagus-Ringert egymásután több szívbe visszük át, akkor azt fogjuk tapasztalni, hogy az a vagusanyag, amelyik előbb az egyik szíven nem, vagy alig fejtett ki valami kis hatást, egy másik, vagy harmadik szíven esetleg egészen kifejezett, erős hatást vált ki.

Azzal természetesen számolni kell, hogy a vagusanyag azzal, hogy egyik szívből a másikba, vagy harmadik-, negyedikbe visszük át, az elkerülhetetlen felhigulás folytán hatásából veszít, hiszen csökken a hatóanyag koncentrációja.

Éppen emiatt a csökkenés miatt nem minden esetben lehet ennyire feltűnően demonstrálni a különböző szívek vagus anyag iránti különböző érzékenységét. Mert előfordulhat az, hogy az a vagusanyag, amely — mondjuk *c)*-szíven hatásos lett volna, ha azt az ingerlési periódus után rögtön ebbe a szívbe tettük volna, — hatástalan lehet, ha azt előzőleg *a)*- és *b)*-szíveken próbáljuk ki.

Ilyen megfontolás alapján azokat az eseteket, ahol a humorál-átvitel egyik szívről a másikra nem járt sikerrel, — nem tekinthetjük biztosan negatívnak. Könnyen lehetséges az, hogy az egyszerűen negatívnak ítélt eset a felsorolt egyik, vagy másik ok miatt negatív csak, mikor is inkább kísérleti hibának kell tartanunk.

Figyelmen kívül hagyva azt, hogy a humorál-átvitelnél milyen, specifikus, vagy nem specifikus anyag játszik-e szerepet, — tisztán metodikai szempontból vizsgálva az esetet, arra a meggyőződésre kellett jutnom, hogy a sok pozitív eredmény nem lehet tisztán véletlen, nem lehet csak mechanikus, hidrodinamikai hatás. Mert igaz ugyan, hogy a *Loewi*-féle metódika alkalmazása mellett csúszhat be hiba a táplálófolyadék kicserélésénél, — egyszer több valamivel a kanülbe tett Ringer-oldat, másszor kevesebb, szóval hidrodinamikai hatások is jöhetnek esetleg számításba. De valószínűtlen az, hogy a vizsgáló mindig csak akkor hibázzon — és a szív is mindig csak akkor reagáljon erre a hibára ilyen működésváltozással, amikor a normális Ringert vagus-Ringerrel cseréljük ki.

A humorál-átvitel vizsgálatában klasszikus metodikai újítást vezetett be *Kahn*.[11] — az ő kettős kanüljével. Ezzel a metodikával dolgozva, esetleges hidrodinamikai hatások nem jöhetnek számításba. Azok az eredmények, amelyeket én a *Kahn*-féle metodust követve kaptam, teljesen megegyeznek a *Kahn* által közölt kísérleti eredményekkel.[12] Ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy azok a változások, amelyeket a nem izgatott szívek működésében észlelhetünk, — nem lehetnek mechanikus, hidrodinamikus hatások, hanem valóban egy specifikus anyag lép ki az izgatott szívből, amely esetenként különböző — a specifikus anyag természete szerint gátló, vagy

fokozó —, kisebb-nagyobb működésbeli elváltozást okoz a másik, nem izgatott szíven. Mert, ha csak hidrodinamikus hatás szerepelne a pozitívnak ítélt eseteknél, akkor az volna várható, hogy a nem izgatott szív az izgatott szív minden működésváltozására reagáljon. De igen sokszor nem ezt látjuk.

De specifikus anyag jelenlétét igazolja az 1. ábra is. 1-nél azt látjuk, hogy az idegizgatásra a szív megállott, megtelt folyadékkal; a kanülben a folyadékfelszín szükségképen alábbszállott. A másik szív erre a hidrodinamikus változásra nem reagált. De negatív inotrop hatás kezdett fellépni az ingerlés megszűnése után, — mikor az izgatott szívben lévő folyadék a kanültartalommal jól elkeveredett, amikor a specifikus anyag a másik szívbe is eljutott. Mielőtt ez a specifikus anyag teljes hatását kifejtette volna, a kanültartalmat kipipettáztam és normális Ringerrel pótoltam. A szívműködés tökéletes helyreállása után a normális Ringer-oldatot óvatosan

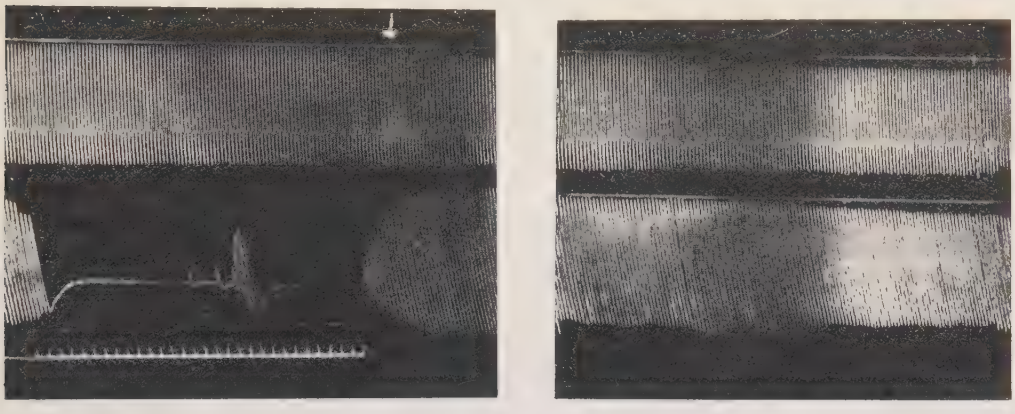


Abb. 1. ábra.

Kahn-féle kanül. A kanül mindkét szárán békaszív van. Az alsó szív vagusa $2^1/_2$ percig izgatva, 12 cm tekercstávolság mellett. 1 = az izgatás kezdete, 2 = az izgatás vége. A kanültartalmat kiszívom és később +-nál ismét visszateszem. Az időjelzésben úgy itten, mint a későbbiekben is, egy vonás 5 másodpercet jelent.

kiszívtam, úgy, hogy csak a kanül két szárában maradjon folyadék. A helyzet most mind a két szívre nézve olyan volt, mintha a másik szív elektromos árammal diastolés megállásig izgatva lett volna. A hidrosztatikus nyomásváltozás most sem volt kisebb, mint bármelyik más kísérletnél. Azt lehetett volna várni tehát, hogy most mind a két szív működésváltozással, csökkent működéssel, negatív inotrop hatással reagáljon. Ennek dacára egyik szív működésében sem történt változás. De rögtön változás állott be mindkét szív működésében, mihelyt az előbb kipipettázott vagus-Ringert tettem vissza a kanülbe. Az izgatási periódus után kivett Ringer-oldatban tehát kellett egy specifikus anyagnak lenni, amely e működésbeli változásokat előidézte.

Abban az esetben, ha a *Kahn*-féle kanül egyik szárára halszivet kötöttem a békaszív helyett, sohasem észleltem működésbeli változást a halszíven, dacára annak, hogy a másik száron levő békaszivet elektromos vagusingerléssel hosszant tartó

diastolés megállásra bírtam. Pedig a halszív is igen érzékeny a hidrodinamikus hatásokkal szemben. A negatív eredmény itten, — miként arról később még szó lesz, — abban keresendő, hogy a halszív a béka vagus-anyaggal szemben érzéketlen. (Lásd 5. és 6. ábrát.)

II. VIZSGÁLATOK TEKNŐSBÉKASZÍVEN.

Miként az előbbiekben láttuk, a humorál-átvitel békaszívről békaszívre csaknem minden esetben sikerült. Érdekesnek látszott most annak a vizsgálata, hogy a békaszív által termelt vagusanyag más fajhoz tartozó állat szívén is kifejti-e hatását?

A humorál-átvitel kérdésével foglalkozó szerzők csaknem mind esculentaszívből esculentaszívre, vagy a fajhoz legközelebb álló varangyosszívre vonatkozólag vizsgálták a vagusanyag hatását. Arra vonatkozólag, hogy a békaszív által termelt vagusanyag teknősbékaszíven is fejt ki hatást, nem találtam adatokat.

Asher[13] hivatkozik egyik dolgozatában arra, hogy a humorál-átvitel neki teknősszíven sem sikerült, de a közelebbi adatok híjján úgy látom, hogy ő a humorál-átvitelt teknősszívről teknősszívre próbálta. Hasonlókép teknősszívről teknősszívre való humorál-átvitel kérdéséről számolnak be *Hermann* és *Malmejac*,[14] akik — sem a *Loewi*-féle metódus, sem a *Marey*-féle átáramoltatással dolgozva — nem tudták a humorál-átvitel lehetőségét igazolni. E negatív eredmények nem sokat jelentenek.

Vizsgálataimat március, április, május hónapokban *Emys europaea*-szíveken végeztem. A szívet mindkét vagusszal együtt preparáltam ki és a békaszívekhez hasonlóan Straub-kanülre függesztettem fel. Tápláló folyadékul ugyanolyan Ringer-oldatot használtam, mint a békaszíveknél. A teknősszívek ezzel a Ringerrel jól működtek s így a humorál-átvitel vizsgálatánál az osmotikus viszonyoknak a megváltozása, illetve a változások okozta hatás nem jöhetett számításba. A vagus ingerlésére itt is azt a berendezést használtam, mint a békaszíveknél.

Először azt vizsgáltam, hogy a béka vagus-Ringer hatásos-e teknősszíven? *Plattner*[15] megállapításait és az én tapasztalataimat, melyek a véres Ringerre vonatkoznak, szem előtt tartva, csak akkor vittem át a béka vagus-Ringert teknősszívre, ha mindkét szív tökéletesen vértelenítve volt. Mielőtt a béka-vagusanyagot átvittem volna, előbb meggyőződtem arról, hogy egyáltalán termel-e a békaszív hatásos vagusanyagot. Ezt vagy ugyanazon a szíven, vagy egy másik béka szívén próbáltam ki s azután, vagy ezt a hatásosnak talált vagus-Ringert, vagy egy másik izgatási periódus után kivett kanültartalmat vittem át a teknősszívbe. A teknősszív kanüljében 2 cm^3 Ringer-oldat volt, míg a békaszív kanüljében csak 1 cm^3. A teknősszívből kiszívtam tehát 1 cm^3-t és helyébe tettem a békaszívből kivett 1 cm^3-t.

Ilyen eljárás mellett állandóan negatív eredményt kaptam: a teknősszív sohasem reagált működésváltozással a béka vagusanyagra. Ha a teknősszívből a béka vagusanyagot ismét a békaszívbe vittem vissza, az ismét hatásos volt, — bár lényegesen csökkent a hatás aszerint, hogy több, vagy kevesebb ideig időzött a teknősszívben, de egyébként is most már az eredeti vagusanyagtartalom kétszeresen volt higítva.

Ezen negatív eredmények után arra gondoltam, hogy azért nem hat a béka vagusanyag, mert a kétszeres felhigítás folytán a hatóanyag koncentrációja annyira meg-

változott, hogy az általa kifejtett inger, küszöbérték alatt marad. Ezért később úgy jártam el, hogy két ingerlési periódus után összegyüjtött 2 cm^3 vagus-Ringert vittem át a teknősszívbe. Az eredmény most is negatív volt. Sőt negatív volt akkor is, ha négy egymásutáni ingerlési periódus utáni 0,5 cm^3-es vagus-Ringert gyüjtöttem össze és vittem át teknősszívbe. A vagusanyag töménységének a megváltozásáról itt tehát szó sem lehetett. Az sem játszhatik szerepet, hogy a vagus-Ringer egyes adagait rövidebb-hosszabb ideig — amíg a 2 cm^3 összegyült — szobahőmérsékleten kellett tartanom, hiszen a *Witanovski*[16] vizsgálataiból tudjuk, hogy a vagusanyag hosszabb állás után sem veszít hatásából. Egynéhány esetben a teknősszívet is 1 cm^3 Ringer-oldattal működtettem és a szív így is jól működött. Így a béka-vagusanyagot az ingerlési periódus után rögtön átvihettem a teknősszívbe. Az eredmény ekkor is negatív volt.

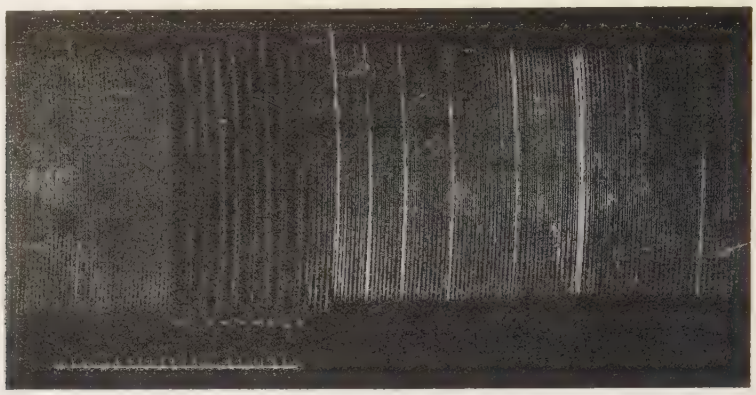
A teknősszívkamra szabályosan és jól működik akkor is, ha a pitvart teljesen levágjuk. Nyolc esetben vizsgáltam azt is, hogy a béka-vagusanyag befolyásolja-e a teknőskamra automatiás működését. Minden esetben negatív eredményt kaptam.

Arra, hogy a vagusanyag fajspecifikus, nem lehet gondolni, hiszen az esculenta szívből nyert vagusanyag hatásos a varangyosszíven is, miként már *Loewi*[17] is megállapította. *Plattner*[18] vizsgálataiból is tudjuk, hogy az emlősszív vagusanyagával a békaszíven is lehet hatást kiváltani. De fajspecifitás ellen szól az a tény is, hogy a teknősszív által termelt vagusanyag a békaszíven hatást fejt ki, miként azt alább látni fogjuk.

A teknős-vagus ingerlésnél olyan negatív inotrop hatást, mint azt békaszíveknél láttam, sohasem kaptam. A vagusingerlés utáni működésváltozás abban nyilvánult, hogy a pulzus gyérült, vagy egészen rövid időre meg is állt a szív. Az izgatás utáni vagus-Ringernek a hatása, békaszíven vizsgálva, mindig negatív inotrop hatás volt. Igen érdekes az, hogy a vagusizgatás utáni kanültartalom, ugyanazon, vagy egy másik teknős szívén vizsgálva, semmiféle hatást nem fejtett ki, míg ugyanaz a kanültartalom a békaszíven működésbeli elváltozást okozott, miként az a 2. ábrán is látható.

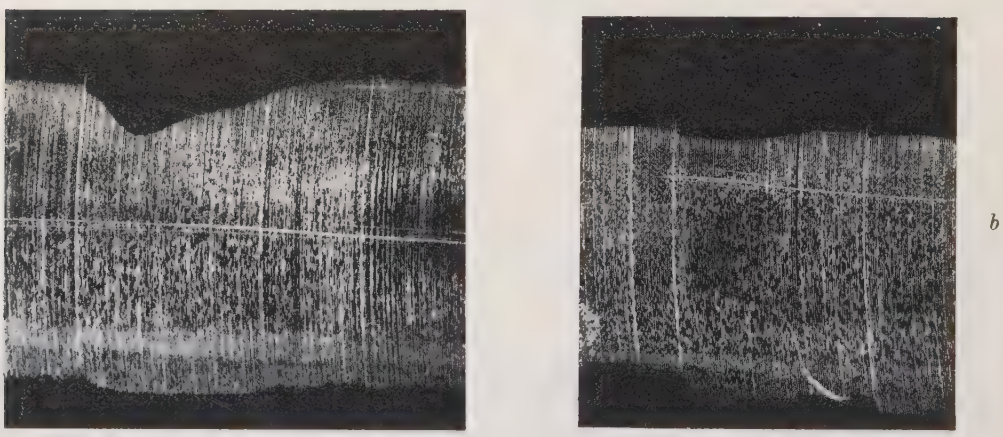
Lehetne arra gondolni, hogy a békaszíven észlelt hatást nem valami specifikus anyag, nem vagusanyag, hanem a teknősszív valamilyen anyagcsereterméke okozta. *Demoor*[19] is kimutatta, hogy a teknősszív 30 órás macerátuma, szemben az ugyanígy készített békaszív macerátumával, a békaszíven kifejtett negatív inotrop hatást vált ki. De jelen esetben erről nem lehet szó, mert egyrészt igen rövid az az idő, amely alatt a Ringer-oldat a teknősszívben időzik, másrészt megcáfolja e feltevést az a tény is, hogy az a Ringer-oldat, amelyikkel 10 percig működtettem ugyanazt a teknősszívet, anélkül, hogy a vagusát izgattam volna, azon a békaszíven, melyen előbb a vagus-Ringer hatásosnak mutatkozott, most ezen „*normál periódus*" után kivett Ringer-oldat hatástalan marad, — illetve egyes esetekben csak kis tónuscsökkenést okoz. Ilyen esetet mutat a 2/b. ábra. +-nál a teknős-vagusanyagot, melyet egy kétperces ingerlési periódus után kaptam, egy esculentaszív kanüljébe teszem. (Úgy a teknős-, mint a békaszív kanüljében 1 cm^3 Ringer-oldat volt.) A vagusanyag hatására kifejezett negatív inotrop hatást kapunk. N. P. 8-nál a nyolcperces normál-periódus után kivett Ringer-oldat kisfokú tónuscsökkenést idéz elő.

Nyilvánvalólag kitűnik ezen eredményekből, hogy a normál-periódus és az ingerlési periódusok után kapott Ringer-oldat hatása között feltűnő különbség van. A különbségnek nem lehet más magyarázata, mint az, hogy a vagus izgatásakor valóban vagushatású anyag került a tápláló folyadékba.



a)

— R R R R R + —



b

\+ R R NP 8 R

Abb. 2. ábra.

a) teknősszív. ↑ vagusizgatás 11 cm. illetve ↑↑ 7 cm. tekercstávolság mellett, 2 percig. — = a „vagus-Ringert" kipipettázom. R = Ringerváltás. + = a „vagus-Ringert" ismét a kanülbe teszem.

b) esculentaszív. + = az előbbi teknősszívből nyert „vagus-Ringer". NP 8 = 8 perces „normál-periodus" ugyanazon teknősszívből.

Annak, hogy a béka-vagusanyag a teknősszívre nem hat, valószínűleg az a magyarázata, hogy a teknősszívnek a vagusanyag iránti érzékenysége sokkal kisebb, mint a békaszívé. Ez annál inkább valószínű, mert a teknősszív nemcsak a vagushatású anyagokkal szemben, hanem minden más méreggel szemben is kevésbbé érzékeny, mint a békaszív. Eme valószínűséget azzal próbáltam némileg igazolni, hogy a vagus-

szerű hatású szerek közül kiválasztottam azt a kettőt, amelyiket a humorál-átvitellel kapcsolatban a legtöbbet emlegetnek és összehasonlító vizsgálatot végeztem e két anyaggal béka- és teknősszíven. Az egyik anyag a kálium, amelyet *Howell*[20] óta sokan az ingerület hordozójának tartanak, a másik a cholin, illetve acetylcholin. A káliumra a teknősszivek általában 1:1000 higítású KCl-Ringer-oldatra kezdtek reagálni. A hatás a systolék csökkenésében, kisebbedésében nyilvánult. Ezzel szemben a békaszívek már 1 : 5000 higítású oldat alkalmazására is kifejezett negatív inotrop hatás-

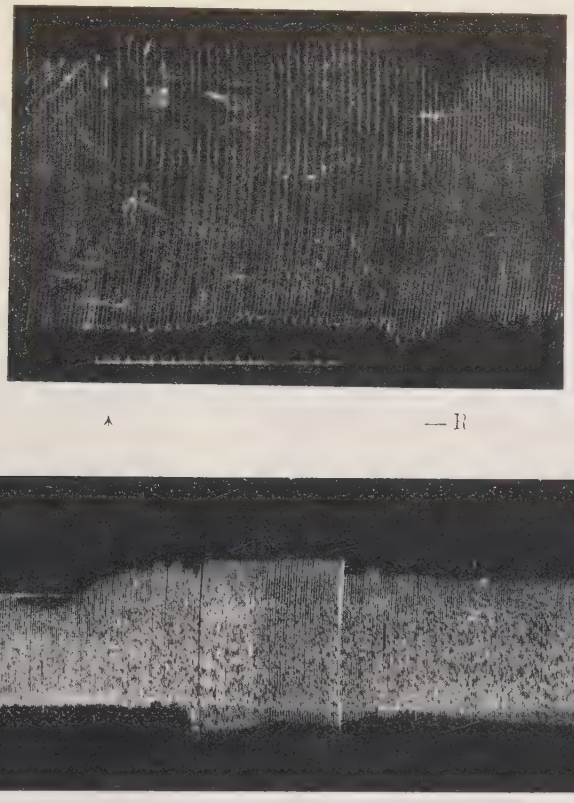


Abb. 3. ábra.

a) Teknőssziv. A Vagusizgatás 8 cm tekercstávolság mellett 2 percig. — = a „vagus-Ringert" kipipettázom.

b) Esculentaszív. + = a teknősszívből nyert „vagus-Ringert" a kanülbe teszem. NP 10 = 10 perces „normal-periodus" ugyanazon teknősszívből. R = Ringer-váltás.

sal reagáltak. A két szív káliumérzékenysége körülbelül úgy aránylik egymáshoz, mint 1 : 5. Feltéve, de nem megengedve, hogy a vagus izgatásakor kálium lép ki a szívet tápláló folyadékba, a két szív közötti káliumérzékenységbeli különbséggel lehetne magyarázni a béka-vagusanyag hatástalanságát. De tudjuk, hogy a vagusanyag nem azonos a káliummal, mert a vagusanyag hatását atropinnal meg lehet szüntetni, míg a káliumét nem.

De nemcsak a kálium-, hanem az acetylcholinérzékenységet illetőleg is vannak különbségek a két szív között. Egyéni különbségeket mindkét szívnél találunk, — különösen vonatkozik ez a békaszívre. Némelyik már 1 : 1 milliárd higítású oldatra is kifejezett hatással reagál, míg a másik csak lényegesen nagyobb adagra érzékeny. Összehasonlító vizsgálataim alkalmával azonban (6 szív) nem találtam olyan szívet, amelyik 1 : 10 milliós higításra már ne reagált volna.

Ezzel szemben a teknősszív csak aránylag igen nagy dózisra reagál. 11 szív közül csak egy esetben találtam az 1 : 10 milliós higítást hatásosnak, a többinél észrevehető hatást legtöbbször csak 1 : 2 milliós higításnál töményebb oldatoktól láttam. A hatás — éppen úgy, mint a vagus-izgatásnál — pulzusgyérülésben nyilvánult. Két esetben az acetylcholin kezdetben tónusnövekedést és szaporább pulzációt okozott, mit később pulzusgyérülés váltott fel. Viszont voltak esetek, ahol az acetylcholin igen nagy adagára semmi hatást sem láttam.

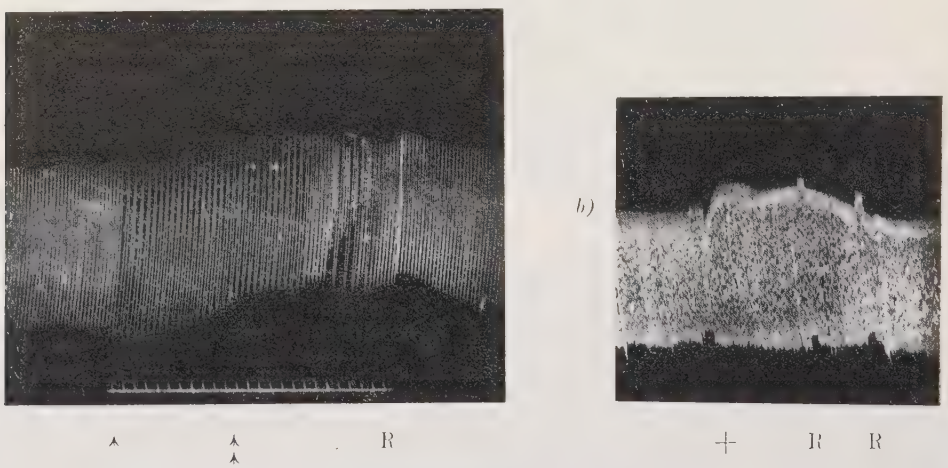


Abb. 4. ábra.

a) Teknősszív. ⅄ Vagusizgatás 10, ⅄ illetve 7·5 cm tekercstávolság mellett. A kanültartalmat kipipettázom.

b) Esculentaszív. -|- A teknős „vagus-Ringert" a kanülbe teszem. R = Ringer-váltás.

Mindezekből kétségkívül kitűnik, hogy a teknősszív kálium- és acetylcholinérzékenysége jóval kisebb, mint a békaszívé. A béka-vagusanyag hatástalanságának oka tehát a két szív érzékenységbeli különbségében keresendő.

Ha az idegingerület anyagok útján fejti ki hatását az izomzatra, akkor azt várnánk, hogy annál több, vagy hatásosabb „ideganyag" keletkezzék, mentől hatalmasabb inger szükséges egy bizonyos fenomén kiváltására. Azt láttuk az előbbiekben, hogy a teknősszív idegmérgekkel szemben (éppen úgy, mint elektromos izgatással szemben)* kevésbbé érzékeny, mint a békaszív. Egy vagushatás előidézésére a teknősszívnek több, erősebb vagusanyagra van szüksége, mint a békaszívnek, következésképp a teknősszívnek sokkal több, erősebb vagusanyagot kellene produkálni, mint

* Békasziveknél 10—15 cm-es tekercstávolság mellett való ingerlés után kaptam jó vagushatást, míg a teknős sziveknél csak 10 cm alatt.

a békaszívnek. A teknősszívből nyert vagus-Ringernek, békaszíven vizsgálva, az észlelt hatásnál sokkal erősebb hatása kellene hogy legyen. Hogy jelen esetben mégsem ezt találjuk, annak egyik valószínű oka lehet az, hogy az idegizgatásra kifejezett, negatív inotrop hatást — amit *Loewi* is, mint főkövetelményt említ — nem kaptam. A vagusszal együtt valószínűleg a sympathicus is izgalomba jutott, egyszerre két, egymással ellentétes hatású anyag ment át a Ringer-oldatba, melyek közül a vagusanyag jutott némileg túlsúlyba; azért látunk a vizsgált békaszíveken is elsősorban vagusszerű hatást.

A két anyag egyidejű jelenlétének a lehetőségét szépen szemlélteti a 3. ábra. Vagusingerlésre a teknősszív itt negatív chronotrop reagált, de amellett pozitív inotrop hatást is látunk. Az ingerlési periódus után kivett Ringer-oldat a békaszíven először negatív, majd pozitív inotrop irányban hat. 2-nél látható, hogy a 10 perces normál-periódus után kivett Ringernek semmiféle hatása nincs.

A 4. ábrán látható esetnél a vagusizgatásra a pozitív ino- és tonotrop hatás nyomul előtérbe a negatív chronotrop mellett. A sympathicus-izgalom itt már kifejezettebb, ennek megfelelően a vagus-Ringer hatása is a békaszíven adrenalinszerű, sympathicus-hatás.

III. VIZSGÁLATOK HALSZÍVEN.

Az előbbiekben azt láttuk, hogy a béka-vagusanyag a teknősszíven semmiféle működésbeli változást nem okoz. Ezt azzal magyaráztuk, hogy azért marad a vagusanyag hatástalan, mert a teknősszív, mint sok más méreggel, a béka-vagusanyaggal szemben is kevésbbé érzékeny, mint a békaszív. Eme érzékenységbeli különbséget véltem elkerülni azzal, hogy a további vizsgálatra a halszivet használtam, gondolva azt, hogy ez, miként a külső, mechanikus behatásokkal szemben érzékenyebb a békaszívnél, érzékenyebb, vagy legalább is egyenlő érzékenységű lesz a békaszívvel a gyógyszeres behatásokkal szemben is.

A vizsgálatra sügér *(Perca fluviatilis)* és keszeg *(Abramis brama)* szivet használtam. A sziveket úgy, mint a békaszivet, Straub-kanülre függesztettem fel. Táplálófolyadékul itt is béka-Ringert használtam. Ezzel a szív órákon át kifogástalanul működött. A halszív úgy a kiszáradással, mint az O_2-hiánnyal szemben rendkívül érzékeny, miért is az állandó nedvesen tartására és a tápláló folyadéknak O_2-el való telítésére különös gond fordítandó.

A különböző ingerlési periódusok után nyert vagus-Ringert mindig közvetlenül, minden változtatás nélkül vittem át a halszívbe. A vagus-Ringer átvitele előtt mindig megnéztem azt, hogy az 5—10 perces „normál periódusnak" nincs-e valamilyen hatása. Ez minden esetben negatív volt.

Tizenkét halszíven végeztem több mint húsz kísérletet, minden esetben negatív eredménnyel. A negatív eredmények oka semmiesetre sem lehetett az, hogy a békaszív esetleg nem termelt hatásos vagusanyagot, mert annak a hatásáról mindig meggyőződtem. Vagy úgy, hogy előbb egy ingerlési periódus után kapott vagus-Ringert békaszíven kipróbáltam és csak ennek a hatásos volta után vittem át a halszívbe egy másik izgatási periodus után nyert vagus-Ringert, vagy pedig, midőn láttam, hogy a halszívre nincs hatással, kivettem és békaszívbe tettem vissza.

Hatástalannak találtam a béka-vagusanyagot akkor is, ha a Kahn-féle metodikát követtem, mikor a kanül egyik szárára vagusaival együtt kipreparált békaszívet, a másik szárára pedig halszivet kötöttem fel.

Az 5. ábrán láthatjuk, hogy a halszív úgy az ingerlési periódus alatt, mint azután mindig egyformán működik, a közös táplálófolyadékba került béka-vagusanyag semmiféle működésváltozást nem idézett elő. Ez a negatív eredmény egyúttal bizonyíték arra nézve is, hogy egyedül a hidrodinamiai viszonyoknak a megváltozása nem ok arra, hogy a másik szív is vagusszerű hatással reagáljon. A 6. ábrán ugyanezt látjuk. A békaszív a vagusingerlésre nem erős, de kifejezett negatív inotrop hatással reagál. A halsziven csak a kimosás után látunk egy kis amplitudo-

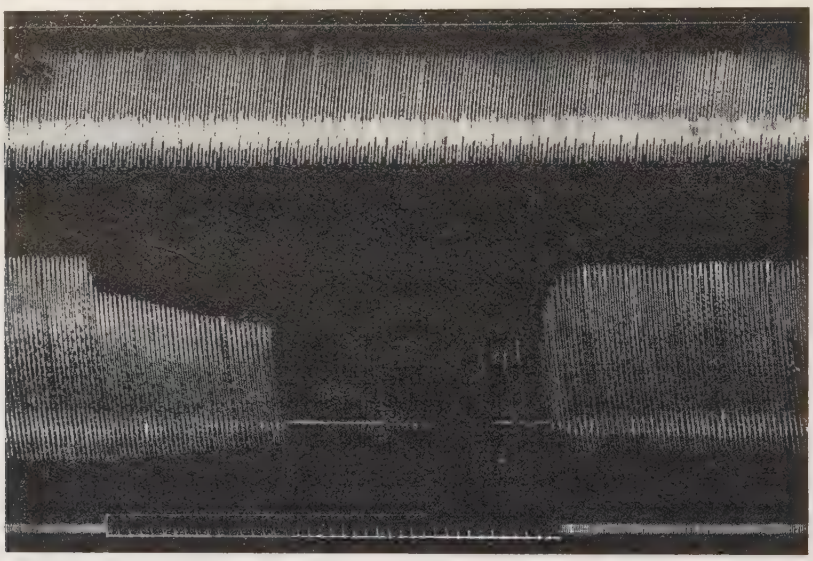


Abb. 5. ábra.

Kahn-féle kanül. Felül halszív, alul békaszív. ⅄ vagusizgatás 13·5, illetve ⅄ 10 cm. tekercstávolság mellett. A halszív működésében semmiféle változás sincs.

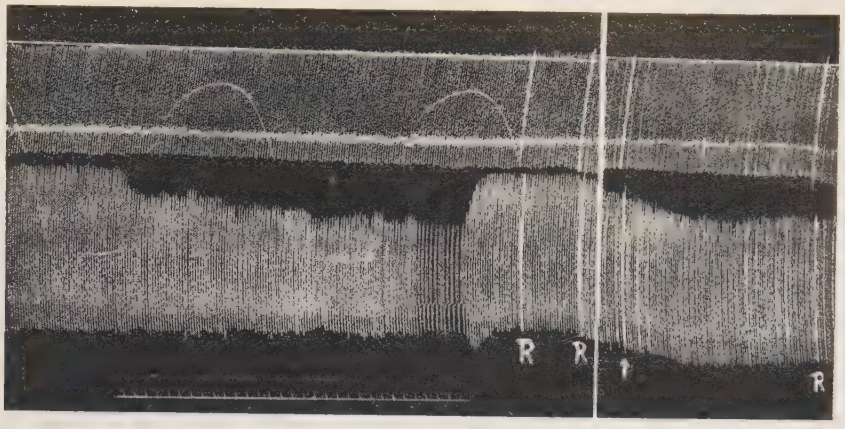
növekedést. Később, az előbb kiszívott vagus-Ringer hatására a békaszív működése negatív inotrop irányban megváltozik, míg a halszív működésében semmiféle változás nincs. Az ingerlési periódus alatt tehát a közös tápláló folyadékba specifikus anyag lépett ki; a folyadék is keveredett a kanülben és a halsziven mégsem láttunk változást a vagusanyag hatására.

Az állandó negatív eredmény után itt is csak arra lehetett gondolni, hogy a halszív is, úgy mint a teknősszív, kevésbé érzékeny vagusanyaggal szemben, mint a békaszív. Ezért a két előbbi vagusszerű hatású anyaggal, a kaliummal és az acetylcholinnal összehasonlító vizsgálatot végeztem.

A vizsgálat eredményeképen mondhatom, hogy a halszív kaliumérzékenysége nem kisebb, mint a békaszívé. 1:5.000 hígítású KCl-oldat a legtöbb esetben észrevehető amplitudocsökkenést okozott. Ennél töményebb oldat igen erős negatív inotrop

hatást váltott ki, mit később kifejezett pulzusgyérülés és arythmiás működés váltott fel.

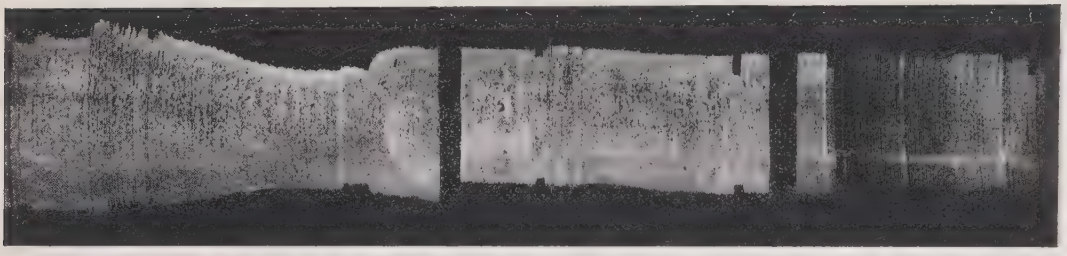
Míg tehát a kaliumérzékenységben béka- és halszív között különbség nincs, addig lényeges különbség van az acetylcholinérzékenységben. Békasziveknél még milliárdos hígításban is igen sokszor látunk hatást. Halszíveken ellenben, — a vizsgált 6



↑ — R R + R

Abb. 6. ábra.

Kahn-féle kanül. Alul békaszív, felül halszív. ↑ Vagusizgatás 12·5 cm. tekercstávolság mellett. — = a kanültartalmat kipipettázom. Később, mikor a szívek működése ismét helyreállt +-nál visszateszem. A halszív működésében változás nincs, a békaszív negatív inotrop hatással reagál. R = Ringer-váltás.



a) *b)* *c)*

Abb. 7. ábra.

Acetylcholin hatása halszíven. *a)* acetylcholin 1 : 100.000, *b)* acetylcholin 1 : 200.000, *c)* acetylcholin 1 : 10.000.

szíven, — 1:1,000.000 higításnál nagyobb higításban hatást sohasem láttam.

A mellékelt 7a. ábra az 1:100.000 higítású acetylcholin hatását mutatja keszegszíven. Láthatjuk, hogy erre a relative nagy dosisra, kifejezett, de nem valami hatalmas amplitudocsökkenéssel reagál a szív. Normális működés nehezen, csak többszöri kimosás után tér vissza. Érdekesnek tartom megemlíteni, hogy a halszív acetylcholin érzékenysége az acetylcholinnal való kezelés közben folyton csökken. Így láthatjuk a 7/b. ábrán, hogy ugyanaz a szív, amely előbb az 1:100.000-es higításra amplitudo-

csökkenéssel reagált, később ugyanerre a dosisra semmiféle működésváltozással sem reagál. Az acetylcholinérzékenység nem tűnt el teljesen, csak lényegesen alábbszállt. Ezt bizonyítja az, hogy nagyobb dosisra most is reagál a szív. De feltűnő az, hogy most igen nagy dosisra sem kapunk tartósan amplitudocsökkenést, hanem inkább nagyfokú pulsusgyérülést, amely hamar eltűnik és a szív — anélkül, hogy a mérget kimosnánk, — ismét normálisan működik. (Lásd 7/c. ábrát.)

Azt lehet ebből következtetni, hogy az acetylcholinnak a hatásmechanismusa a halsziven nem olyan, mint a béka, vagy más állat szívén. Itt az acetylcholinnak pilocarpin vagy nicotinszerű hatása van. Erre vonatkozó vizsgálatok folyamatban vannak.

Ezen kísérletek alapján mondhatjuk tehát, hogy a béka-vagusanyag teknős- és halsziven való hatástalanságának oka ezen szivek vagusanyagok iránti csökkent érzékenységében keresendő. Ha azt vizsgáljuk, hogy ezen eredményekből lehet-e következtetni a vagusanyag mibenlétére, kémiailag definiált mivoltára, akkor azt látjuk, hogy ezen indirekt úton is határozottsággal kimondhatjuk, hogy a vagusanyag kálium nem lehet. Mert, ha a vagus-Ringer hatását az abba kilépett kálium okozná, az a halszíven is hatásos lenne, hiszen a két szív káliumérzékenysége között különbség nincs.

ÖSSZEFOGLALÁS.

1. A *Loewi*- és *Kahn*-féle metodikát követve, az ideghatás humorál átvihetőségét jelen dolgozat is igazolja.

2. A békaszív által termelt vagusanyag a teknős- és halsziveken nem fejt ki hatást.

3. A béka-vagusanyag a teknős- és halsziveken azért marad hatástalan, mert e két szívnek a vagusanyag iránti érzékenysége sokkal kisebb, mint a békaszívé. Ezt valószínűvé teszi az a tény, hogy más vagusszerű hatású anyagokkal szemben is, — a teknősszív a káliummal és az acetylcholinnal, a halszív az acetylcholinnal szemben, — kevésbbé érzékeny, mint a békaszív.

4. Az a tény, hogy a béka- és a halszív káliumérzékenysége között különbség nincs és a béka-vagusanyag a halsziven mégis hatástalan, bizonyítékul szolgál arra nézve, hogy a vagusanyag nem azonos a káliummal.

BEITRÄGE ZUR FRAGE DER HUMORALEN ÜBERTRAGBARKEIT DER HERZNERVENREIZUNG.

Von Dr. Julius V. Méhes. (Tihany.)

Die klassische Entdeckung des Vagus- und Acceleransstoffes durch *Otto Loewi* hat viele Autoren zur Arbeit auf dem Gebiete der humoralen Übertragbarkeit der Nervenreizung angeregt. Die Entdeckung wurde durch die meisten bestätigt, aber es fehlt auch an solchen Meinungen nicht, die eine humorale Übertragbarkeit in Abrede stellen. Es scheint bei diesen Erscheinungen von Wichtigkeit zu sein, sich durch eigene Versuche persönlich von der Richtigkeit des einen, oder des anderen Standpunktes zu überzeugen. Es wird von *Kahn* sehr treffend behauptet, dass „man

gewinnt selbst ... in den eigenen Versuchen eine ganz bestimmte Überzeugung der Richtigkeit der Deutung ihrer Ergebnisse, während es schwierig ist, anderen eine derart bestimmte Anschauung zu vermitteln". Von diesem Standpunkte aus habe ich mich mit der Frage beschäftigt:

1. wollte ich mich von der humoralen Übertragbarkeit des Vagusstoffes mittels der Methodik von *Loewi* und *Kahn* überzeugen, und

2. die Wirkung des von dem Froschherzen produzierten Vagusstoffes an den Herzen anderer Tiere untersuchen. Hierdurch schien die Möglichkeit gegeben, neue Einblicke in die Natur dieser Stoffe zu bekommen.

In dem ersten Teil meiner Versuche verwendete ich Herzen von Esculenten und verfolgte teils die Methodik von *O. Loewi*, teils die von *Kahn*. Mit der Loewi'schen Methodik konnte ich in 80% der Fälle positive Ergebnisse erreichen, d. h. der Kanüleninhalt nach der Vagusreizung übte an demselben, oder an einem anderen Herzen eine solche Wirkung aus, als wenn der Vagus selbst gereizt worden wäre.

Dass dis Übertragung nicht in 100% positive Ergebnisse liefert, kann verschiedene Ursachen haben. 1. Es ist möglich, worauf auch *Loewi* selbst aufmerksam macht, dass bei der Reizung des Nervenstammes neben dem Vagus auch der Accelerans mitgereizt wird und von dem Herzen dadurch zweierlei, antagonistisch wirkende Substanzen produziert werden. Oder 2. waren die Herzen nicht vollständig entblutet. In welchem Masse das Blut, oder die Blutbestandteile auf die Wirkung des Vagusstoffes Einfluss auszuüben imstande sind, geht aus den exakten Untersuchungen von *Plattner* hervor. Die Ursache des negativen Ausfalles der humoralen Übertragbarkeit konnte 3. auch in der verschiedenen Empfindlichkeit der Herzen dem Vagusstoff gegenüber gesucht werden. Ebenso, wie bei der elektrischen Reizung der Schwellenwert bei jedem Herzen verschieden ist, so könnte auch gegenüber dem Vagusstoff eine verschiedene Empfindlichkeit vorhanden sein. Diese Annahme würde dadurch ihre Bestätigung finden, dass beim gleichzeitigen Herauspräparieren mehrerer Herzen die Wirkung des Vagusstoffes eine recht verschiedene ist, indem einige Herzen nur träge, andere dagegen ziemlich kräftig reagieren.

Nach diesen Überlegungen können diejenigen Fälle, wo die Übertragung nicht gelungen ist, nicht bestimmt als negative erklärt werden. Es ist durchaus möglich, dass der negative Ausfall in den oben erörterten Umständen seine Erklärung findet.

In die Untersuchung der Übertragung führte *Kahn* eine hervorragende methodische Neuerung ein. Mit dieser Methodik arbeitend sind die Fehlermöglichkeiten beinahe vollständig aufgehoben, denn der durch die Reizung entstandene Vagusstoff kann seine Wirkung sogleich auf das andere, nicht gereizte Herz ausüben. Ich bin mit *Kahn*, gegenüber *Asher*, auch der Meinung, dass die Änderungen der Kontraktionen des nichtgereizten Herzens nicht *nur* hydrodynamische Ursachen haben. (Siehe Abbildung 1.)

In verschiedenen Versuchen waren die hydrodynamischen Änderungen trotz starker Wirkung sehr gering und in anderen Fällen gerade umgekehrt. Nachdem mich diese Versuchsergebnisse überzeugt hatten, dass infolge Vagusreizung aus dem Herzen ein spezifischer Stoff in den Kanüleninhalt übertritt, habe ich mir zunächst die Aufgabe gestellt, die Wirkung dieses Stoffes auf das Schildkrötenherz zu untersuchen.

Zu den Versuchen habe ich *Emys europaea* verwendet. Als Nährflüssigkeit nahm ich Frosch-Ringer, mit welcher die Schildkrötenherzen einwandfrei arbeiten. Zunächst wurde geprüft, ob der Frosch-Vagusstoff auf das Schildkrötenherz eine Wirkung auszuüben imstande ist. Bevor ich die Übertragung unternahm, habe ich mich immer überzeugt, dass das Froschherz tatsächlich wirksamen Vagusstoff produzierte. Der Kanüleninhalt bei den Schildkrötenherzen beträgt 2 cm^3. Ich musste deshalb von den Froschherzen, deren Kanüle nur 0·5 oder 1 cm^3 an Flüssigkeit aufnahm, den Vagus-Ringer aus 2, bzw. 4 Reizungsperioden sammeln, die dann zusammen übertragen wurden. Ich hatte in etwa 20 Versuchen immer negative Ergebnisse, trotzdem der Vagus-Ringer nach dem Schildkrötenherzversuch auf ein Froschherz übertragen, wirksam geblieben war.

Man kann daraus, dass der aus dem Froschherzen gewonnene Vagusstoff auf das Schildkrötenherz ohne Wirkung ist, nicht auf eine Artspezifität schliessen, denn der Kanüleninhalt nach Vagusreizung von Schildkrötenherzen auf Froschherzen ist wirksam. Der zur Kontrolle nach einer 10 Minuten langen Normalperiode gewonnene Ringer war unwirksam, oder gab in einigen Fällen nur eine geringe Tonusherniedrigung. Aus den Versuchen von *Loewi* ist bekannt, dass Vagusstoff aus Esculentenherzen auf Krötenherzen einwirkt und ferner ist von *Plattner* die Wirksamkeit des von Säugetieren gewonnenen Vagusstoffes auf Froschherzen bewiesen. Alles das spricht gegen eine Artspezifität. Dass das Schildkrötenherz auf den Frosch-Vagusstoff nicht reagiert, ist wahrscheinlich dadurch erklärlich, dass das Schildkrötenherz gegen Vagusgifte im allgemeinen weniger empfindlich ist, als das Froschherz. So ist das Verhältnis der Empfindlichkeit der beiden Herzen gegenüber Chlorkalium 1:5. Es sind auch in der Empfindlichkeit gegenüber Acetylcholin grosse Unterschiede nachweisbar. Ich fand während meinen Versuchen kein Froschherz, das auf eine Verdünnung von Acetylcholin in 1 zu 10 Millionen nicht eine Reaktion aufwies, es waren sogar einige, die auch bei 1:1 Milliarde-Verdünnung noch eine wohl festzustellende Wirkung zeigten. Demgegenüber reagierten Schildkrötenherzen nur bei einer Verdünnung von mindestens 1:2 Millionen.

Die Froschherzen zeigten nach Hinzufügen des Schildkröten-Vagusstoffes eine verhältnismässig geringe Funktionsänderung. Die Wirkung war schwächer, als die des eigenen Vagusstoffes. Wenn der Nerv durch spezifische Stoffe seine Wirkung auf den innervierten Muskel ausüben würde, so könnte erwartet werden, dass ein je stärkerer Reiz zur Auslösung eines bestimmten Phänomens nötig ist, desto mehr, bzw. stärkerer „Nervenstoff" entsteht. Es wurde oben gezeigt, dass das Schildkrötenherz gegen vagusähnlich wirkende Stoffe weniger empfindlich ist, als das Froschherz. Man könnte deshalb folgerichtig erwarten, dass der Schildkröten-Vagusstoff eine viel stärkere Wirkung auf das Froschherz auszuüben vermag, als der Frosch-Vagusstoff selbst. Dass wir keine stärkere Wirkung erhielten, findet seine wahrscheinliche Erklärung darin, dass das Schildkrötenherz bei der Reizung des vago-sympathischen Stammes gleichzeitig Vagus- und Acceleransstoff produziert. Diese Ansicht wird dadurch gestützt, dass in mehreren Fällen der Schildkröten-Vagus-Ringer an dem Froschherzen eine zweiphasische Wirkung ausgeübt hat, zunächst negative, dann positive Inotropie. (Siehe Abbildung 2—4.)

Ferner wurde die Wirkung des Frosch-Vagusstoffes auch an Fischherzen untersucht. Zu den Versuchen wurden Schil (*Perca fluviatilis*) und Brachsen (*Abramis brama*) verwendet. Als Nährflüssigkeit benützte ich Frosch-Ringerlösung. Es wurden zwölf Fischherzen in mehr als zwanzig Versuchen, mit von verschiedenen Froschherzen stammendem Vagusstoff gespeist. Die Ergebnisse fielen auch hier negativ aus. (S. Abb. 5 u. 6.) Vagusstoff bewirkte in keinem Falle irgendeine Funktionsveränderung.

Nach den dauernd negativ verlaufenden Versuchen musste auch in diesem Falle eine verminderte Empfindlichkeit gegenüber dem Vagusstoff angenommen werden. Zur Bestätigung dieser Annahme wurde auch hier das Benehmen gegen Kalium und Acetylcholin untersucht. Es wurde die Acetylcholinwirkung an sechs Herzen untersucht. Dieses war in Verdünnung von mehr als 1 Million in jedem Falle unwirksam. Die Acetylcholinempfindlichkeit des Fischherzens ist also auch bedeutend niedriger, als die des Froschherzens. (S. Abb. 7.)

In der Empfindlichkeit gegen Kalium konnte ich zwischen Fisch- und Froschherzen keine Unterschiede feststellen. Dieser Umstand weist deutlich darauf, dass der Vagusstoff mit dem Kalium nicht identisch sein kann.

Die Versuchsergebnisse zusammenfassend kann festgestellt werden, dass

1. wenn man der *O. Loewi* und der *Kahn*schen Methodik folgt, die Herznervenreizung humoral übertragbar ist;

2. der Vagusstoff vom Froschherzen an Fisch- und Schildkrötenherzen unwirksam ist. Das wird auf eine verminderte Empfindlichkeit gegenüber Vagusstoffen zurückgeführt.

3. Das Schildkrötenherz ist gegenüber KCl und Acetylcholin, das Fischherz nur gegenüber letzterem viel weniger empfindlich, als das Froschherz;

4. die Tatsache, dass zwischen der Kaliumempfindlichkeit des Frosch- und Fischherzens kein Unterschied besteht, obwohl der Frosch-Vagusstoff an Fischherzen unwirksam ist, spricht dafür, dass der Vagusstoff mit dem Kalium nicht identisch ist.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *O. Loewi*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 189, 239. 1921.

[2] *L. Asher*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 193, 84. 1921. 210, 686. 1925. — *Scheinfinkel*, Klin. Wochenschr. 3, 1765. 1924. — *Bohnenkamp*, Klin. Wochenschr. 3, 61. 1924.

[3] *R. Brinkmann* u. *E. v. d. Dam*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 196, 66. 1922.: *L. Duschl*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 38, 268. 1923.; *L. Duschl* u. *Windholz*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 38, 261. 1923.; *L. Jendrassik*, Biol. Zeitschr. 144, 520. 1924.; *E. Atzler* u. *Müller*. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 207, 1. 1925.; *R. H. Kahn*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 214, 482. 1926.; *F. Plattner*. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 214, 112. 1926.; *A. Samojloff*. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 217, 582. 1927.

[4] *R. H. Kahn*, l. c. 483.

[5] *O. Loewi*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 189. 1921.

[6] *O. Loewi*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 203, 410. 1924.

[7] *Duschl*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 38, 268. 1923.

[8] *Brinkmann* u. *v. d. Velde*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 207, 488. 1925.

[9] *Popper* u. *Russo*. Journ. de physiol. et de path. gen. 23, 562. 1925.

[10] *Plattner*, Pflügers Arch. 214, 122. 1926.
[11] *R. Kahn*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 214, 482. 1926.
[12] l. c.
[13] *L. Asher*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 205. 1924.
[14] *Hermann* u. *Malmejac*, Cpt. rend. des séances de la soc. biol. Bd. 96. Nr. 12. 1927.
[15] *Plattner*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 214, 122. 1926.
[16] *Witanowski*, Pflügers Arch. f d. ges. Physiol. 208, 696. 1925.
[17] *O. Loewi*, l. c.
[18] *Plattner*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 214, 124. 1926.
[19] *Demoor*, Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. Bd. 85. Nr. 36. 1921.
[20] *Howell*, Americ. journ. of Physiol. 15, 294. 1902.; 21, 51. 1908.

ERKLÄRUNG ZU DEN ABBILDUNGEN.

Abb. 1. Kahn-sche Kanüle mit zwei Froschherzen. Vagus des unteren Herzens 2½ Min. bei 12 cm RA gereizt von 1. bis 2. Kanülen-Inhalt auspipettiert und bei + wieder hinzugefügt. Zeitmarke in allen Versuchen 5 Sek.

Abb. 2. a) Schildkrötenherz ↑ Vagusreizung RA 11 cm, ⇑ 7 cm, je 2 Min. lang. Bei — Auspipettieren des Vagus-Ringer, bei + Hinzusetzen von Vagus-Ringer, R = Wechseln der Ringerlösung.

b) Esculentenherz. Bei + Hinzufügen des Vagus-Ringer aus dem Schildkrötenherz. NP8 = Aus einer Normalperiode von 8 Minuten desselben Schildkrötenherzens wird Ringer hinzugefügt.

Abb. 3. a) Schildkrötenherz, ↑ Vagusreizung, 8 cm RA, 2 Min. Bei — wird der Vagus-Ringer entfernt.

b) Esculentenherz. Bei + wird der Schildkröten-Vagus-Ringer in die Kanüle gebracht. Bei NP10 dasselbe aus einer 10 Min. langen Normalperiode.

Abb. 4. a) Schildkrötenherz. ↑ Vagusreizung bei 10 cm, ⇑ bei 7·5 cm RA.

b) Esculentenherz. Bei + Hinzufügen der Vagus-Ringer aus *a)*, R = Wechseln der Ringer-Lösung.

Abb. 5. Kahn-sche Kanüle. Oben Fischherz, unten Froschherz. Bei ↑ und ⇑ Vagusreizung des Froschherzens.

Abb. 6. Dasselbe. Bei ↑ Vagusreizung. Bei + Hinzufügen des Vagusstoffes der vorigen Periode.

Abb. 7. Wirkung von Acetylcholin auf das Fischherz *a)* 1 : 100.000, *b)* 1 : 200.000, *c)* 1 ; 10.000.

VIZSGÁLATOK A PERIFERIÁS IDEGEKBEN LEVŐ KALIUMRÓL.

Irta: Dr. Müller Sándor (Tihany).

Neuschlosz[1] néhány évvel ezelőtt annak a megállapításával, hogy az izomban a kálium kétféle alakban: „kötötten" és „szabadon" fordul elő és ezen kétféle alak egymáshoz való mennyiségi viszonya változik az izomkontrakciónál, nagy feltűnést keltett. Tekintettel arra, hogy a periferiás idegek is nagy mennyiségű káliumot tartalmaznak, továbbá a kaliumsók feltűnően befolyásolják az ingerlékenységet, kívánatosnak látszott ezen elemet az idegekben is, főleg a „kötésére" vonatkozólag megvizsgálni.

Közben azonban *Neuschlosz* adatait *E. Raab*[2] megtámadta és a káliumnak az izomban való „kötöttségét", illetve nehezen kimoshatóságát diffuziós kísérletei alapján megdöntötte.

Az idegeket már *Simon Sándor* és *Szelöczey János*[3] is vizsgálták, akik szintén azt találták, hogy a peripheriás idegek, szorosabban véve a házinyúl nervus ischiadicusa nem tartalmaz indiffusibilis kaliumot. Az idegeket isotoniás konyhasóoldatban áztatva a teljes kaliummennyiség 24 óra leforgása alatt kidiffundál. Sajnos, az időbeli lefolyásról nem szólnak adataik. Biztos következtetéseket azonban csupán a kalium kioldódásának időbeli követése révén lehet vonni.

Ezért a jelen munkában hasonló, békaidegeken végzett kísérletekről számolok be. A diffusiót oly módon követtem, mint az *Neuschlosz*nál és *Raab*nál az izmoknál történt. Csak az oldódási görbék mondhatják meg végérvényesen, hogy vannak-e jelen oly faktorok, melyek a diffusiót akadályozni képesek.

METHODIKA.

Kísérleteimhez békákat (Rana esculenta var. ridibunda) használtam. Ezeknek egy része ősszel került fogságba és a tél folyamán aquariumban, eleség nélkül volt, míg a másik része júniusban, frissen fogva, még rövid fogsága alatt is bőséges táplálékban részesült.

A kísérletekhez mindig 2—3 békát használtam fel, melyeknek N. ischiadicusát kivéve, a jobb és bal lábakból származókat egy-egy kötegbe kötve vagy kontrollkísérlethez használtam és akkor mindjárt elhamvasztottam és a hamuban a kaliumot határoztam meg, vagy pedig az esetenként különböző mosófolyadékba mártva, kilugoztam. A mosófolyadékot időnkint váltottam. Kísérlet után bepároltam és megfelelő előkezelés után a kaliumot lecsaptam és a mennyiségét a *Kramer* és *Tisdall*-féle módszerrel[4] meghatároztam. Elhamvasztáshoz az ú. n. száraz elhamvasztást használtam, mely kényes módszer ugyan, de megfelelő gondosság esetén igen kielégítő

adatokat szolgáltat. A kapott értékeket a friss ideg súlyával osztva, a kaliumtartalmat gramm-százalékokban fejeztem ki. Ha a kísérlet végén a mosófolyadékokból kapott kaliummennyiségeket és az ideg hamujában levő maradékkaliummennyiséget összeadjuk, akkor jól sikerült kísérlet esetén, az egyik oldalon talált kaliummennyiség megegyezik a másik oldalon találttal, vagy pedig a diffusió és a maradékkalium meghatározása révén kapott érték, a kontrollkísérletben talált összkalium mennyiségével.

Mielőtt a kísérletekhez hozzáfogtam volna, több összkaliummeghatározást végeztem, hogy a szóba jövő káliummennységekről tájékozva legyek. A meghatározások azt mutatják, hogy a káliumtartalom nem egészen állandó, hanem, mint pl. *Wilson* és *Mitchell*[5] az izmoknál is kimutatták, bizonyos határok között mozog. Az állat előélete, úgy látszik, szerepet játszik a kaliumtartalom szempontjából, mert azonos eredetű békákból nyert értékek meglehetősen egyeztek. Így kaptam az I. táblázat számait.

1. Kísérletek isotoniás konyhasóoldattal.

Ha az idegeket isotoniás konyhasóoldatban áztatjuk, a kalium lassankint, a diffusió törvényei szerint kioldódik. Az így nyert kimosási görbének a később tárgyalt görbékkel szemben meglehetős alacsony diffusiós hányadosa van. A kimosódás később meglassul, úgy, hogy a hamuban még kisebb-nagyobb mennyiségű kalium található 48 óra multán is. A görbe lefutásán látszólag az idegnek időközben beálló elhalása sem változtat, minthogy a kalium egész idő alatt szabályosan, a görbe által kívánt mértékben oldódik ki. Egy kísérlet azt mutatta, hogy ez a szabályosság még a 192. órában sem vész el, bár a halál (az ingerlékenység elvesztése) a 12.—14. órában beállott. A görbén semmiféle megtörés nincs és semmi sem mutat a kaliumoldást gátló körülményre.

A kaliumleadás lassú lefolyása arra vezethető vissza, hogy az idegeket nemcsak hogy nem vágtam össze, miként azt a hasonló kísérleteknél mások tették, hanem ellenkezőleg gondosan óvtam a sérüléstől. Ily módon azok a határhártyák, melyeknek nyilvánvalóan nagy szerepük van a diffusiónál, épek maradtak. A sértetlen idegekből való kaliumdiffusiókat a *2. táblázat* mutatja.

Hogy ez a nézet helyes-e, azt egyrészt az idegek feldarabolásával, másrészt az idegnek narkotikumokkal való fellazításával lehet eldönteni, mert mindkét művelet végeredményben a határhártyák szerepét szünteti meg.

Ha az idegcsomókat négy részre vágjuk és így végzünk velük diffusiós kísérletet, a *3. táblázatban* levő adatokat nyerjük, melyekből világosan kitűnik, hogy a kaliumdiffusió az idegek feldarabolásával meggyorsult. Ez egyszersmind igazolja *Raab* nézetét is az izomrostok feldarabolásának a kaliumdiffusióra gyakorolt befolyásáról.

2. Kísérletek alkoholtartalmú isotoniás konyhasóoldattal.

Hogy a permeabilitás megváltozását elérjem, először úgy jártam el, hogy a konyhasóoldathoz annyi alkoholt adtam, hogy a bemártott idegek ingerlékenysége még nem változott meg lényegesen. Több ingerlési kísérlet azt mutatta, hogy erre 2 súlyszázalékos alkohololdat a legalkalmasabb.

Ilyen oldattal végzett kísérleteknél a kalium kioldása lényegesen gyorsabb volt, azaz a görbe diffusiós hányadosa növekedett, bár még mindig elég alacsony ahhoz, hogy 24 óra multán is találjak kaliumot az idegben visszamaradva, mint ezt a *4. táblázat* mutatja.

Ezek után az alkoholkoncentrációt annyira emeltem, hogy narkosis álljon be, amihez 8 súlyszázalék volt szükséges. A narkosisnak a határhártyák permeabilitására való hatása meglehetősen tisztán lépett előtérbe. A kalium kimosása sokkal gyorsabb volt, úgy, hogy 24 óra mulva csak egészen kis kaliummennyiségek maradtak még az idegben. Ezt természetesen nem lehet kizárólag a narkosisnak tulajdonítani, minthogy ez az alkoholkoncentráció más irányban is idéz elő változásokat az idegstruktúrában. A kapott adatok az *5. táblázatban* találhatók.

3. Kísérletek chloroformmal kezelt idegekkel.

Hogy az alkohol által az idegstruktúrában előidézett változásokat kikerüljem és lehetőleg tiszta narkotikus hatást kapjak, chloroform jelenlétében vagy ezzel való előkezelés után is végeztem kísérleteket.

A kísérletek egy részénél a konyhasóoldatot chloroformmal telítettem azáltal, hogy választótölcsérben felráztam vele és 2 óra hosszat állni hagyva, a konyhasóoldatot különválasztottam. A mosóüvegek, melyekben az idegek áztak, ezen alkalommal dugóval voltak ellátva, hogy a kloroform párolgását megakadályozzam.

A többi kísérletnél az idegeket egy üveghengerben felfüggesztettem, a henger alját kloroformmal megnedvesítettem és egy 30°-os vízfürdőbe állítottam. Az idegek 5—15 perc mulva elvesztették ingerlékenységüket, mely azonban béka-Ringer-oldattal való lemosással és levegő hozzájutásával visszatért. A chloroformgőzökkel narkotizált idegeket tiszta konyhasóoldattal mostam ki.

A kalium, mint a *6. táblázat* mutatja, mindkét esetben gyorsan távozik és 24 óra mulva, kis maradéktól eltekintve, teljesen eltűnik az idegből.

4. Kísérletek desztillált vízzel.

Végül oly kísérleti sorozatot is végeztem, amelynél az ideget desztillált vízben áztattam. Az ideg két vége és az idegágak helye ilyenkor erősen felduzzad. Az ideg egy óra mulva mikroszkóp alatt is már erős elváltozást mutat. A kalium rögtön oldódni kezd és mennyisége az ideg szétesésével mindjobban csökken, 48 óra mulva teljesen eltűnik az idegből.

A görbe lefutása az előbbiekhez hasonló. A számadatokat a *7. táblázat* mutatja.

ÖSSZEFOGLALÁS.

Az összes kísérletekben a kalium kioldódása, a sebességbeli különbségektől eltekintve, egyforma. „Kötött", vagy más valamilyen nehezen kimosható kaliumot az idegekben nem találtam.

A kimosás sebességbeli különbségeit a különböző mosófolyadékok esetében a mellékelt *ábra* érzékelteti (a különböző kísérletekből egy-egy van berajzolva).

Látható, hogy a kálium a konyhasóoldattal mosható ki a legnehezebben; valamennyi többi mosóoldat hatása erélyesebb. Az alkohol elősegíti a kioldódást és hatása a koncentrációval erősödik. Még erélyesebben hat a chloroformos konyhasóoldat és a desztillált víz.

Ezen erősebb hatás a megváltozott permeabilitásban keresendő. A chloroformnarkosis a határhártyák állapotát változtatta valószínűleg meg, míg a desztillált víz az idegstruktúra teljes szétrombolásával érte el ugyanezen hatást.

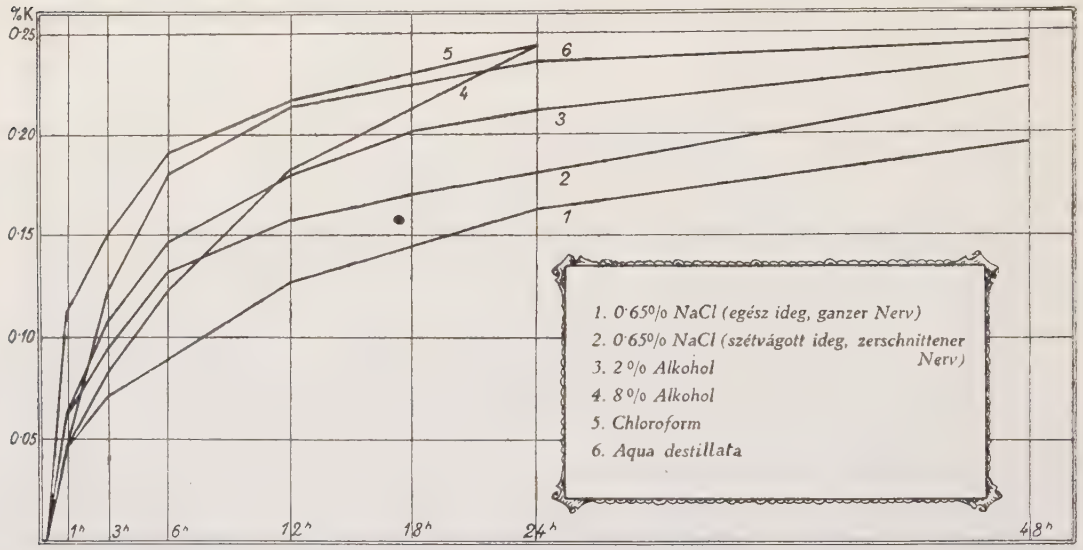


Tabelle I. táblázat.

	Nr.	% K az ischiadicusban (friss idegre vonatkoztatva) % K im Ischiadicus (auf frischen Nerven bezogen	
		jobb (rechts)	bal (links)
Téli békák: (Winterfrösche)	1.	0·1887	0·1860
	2.	0·1820	0·1829
	3.	0·1890	0·1850
	4.	0·2014	0·2042
	5.	0·2113	0·2128
	6.	0·2141	0·2127
Nyári békák: (Sommerfrösche)	7.	0·2489	0·2473
	8.	0·2541	0·2563
	9.	0·2457	0·2450
	10.	0·2624	0·2630

Tabelle II. táblázat.

g % Kidiffundáló kalium (friss idegre számítva).
g-% herausdiffundiertes Kalium (auf frische Nervensubstanz berechnet)

Óra Stunde	Téli békák — Winterfrösche				Nyári békák — Sommerfrösche					
	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts
1	0·0498	0·0487	0·0379	Kontroll*	Kontroll*	0·0433	Kontroll*	0·0621	0·0474	0·0459
3	0·0724	0·0737	0·0678			0·0643		0·0727	0·0718	0·0706
6	0·0856	0·0908	0·0963			0·0960		0·0894	0·0889	0·0880
12	0·1145	0·1199	—			0·1233		0·1229	0·1270	0·1291
18	—	—	0·1305			—		—	—	—
24	0·1396	0·1379	0·1490			0·1680		0·1694	0·1617	0·1639
48	0·1659	0·1650	0·1576			0·2110		0·2067	0·1964	0·1948
Hamu Asche	0·0246	0·0277	0·0321	0·1870	0·2511	0.0389	0·2470	0·0306	0·0547	0·0542
Összes K Gesamt K	0·1905	0·1927	0·1896	0·1870	0·2511	0·2490	0·2470	0·2463	0·2490	0·2521

* Közvetlenül a hamuból meghatározva. — Unmittelbar aus der Asche bestimmt.

Tabelle III. táblázat.

Óra Stunde	Nyári békák — Sommerfrösche			
	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts
1	0·0761	Kontroll	Kontroll	0·0684
3	0·1066			0·0941
6	0·1306			0·1347
12	0·1547			0·1589
24	0·1671			0·1714
48	0·2284			0·2231
96	0·2464			0·2433
Hamu Asche	0·0069	0·2493	0·2479	0·0066
Összes K Gesamt K	0·2537	0·2493	0·2479	0·2499

Tabelle IV. táblázat.

Óra Stunde	Nyári békák — Sommerfrösche					
	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts
1	0·0645	0·0655	0·0645	Kontroll	Kontroll	0·0616
3	0·1192	0·1160	0 1100			0·1086
6	0·1570	0·1545	0·1562			0·1480
24	0·2039	0·2074	0·2150			0·2103
Hamu Asche	0·0438	0·0469	0·0269	0·2402	0·2429	0·0296
Összes K Gesamt K	0·2619	0·2669	0·2419	0·2402	0·2429	0·2409

Tabelle V. táblázat.

Óra Stunde	Nyári békák — Sommerfrösche					
	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts
1	0·0467	0·0507	0·0612	0·0626	0·0510	Kontroll
3	0·0824	0·0918	0·0937	0·0940	0·0921	↓
6	0.1264	0·1365	0·1259	0·1252	0·1409	↓
12	0·1826	0·1881	0·1783	0·1746	0·1893	↓
24	0·2412	0·2451	0·2263	0·2238	0·2316	↓
Hamu Asche	0·0072	0·0066	0·0090	0·0078	0·0095	0·2389
Összes K Gesamt K	0·2484	0·2497	0·2353	0·2316	0·2413	0·2389

Tabelle VI. táblázat.

Nyári békák — Sommerfrösche										
Chloroformoldatban - Chloroform in der Lösung					Cloroformgőzök — Chloroform-Dämpfe					
Óra Stunde	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts
1	0·1202	Kontroll	0·1170	0·1155	0·1091	Kontroll	Kontroll	0·1100	0·1115	0·1130
3	0·1522	↓	0·1502	0·1523	0·1564	↓	↓	0·1521	0·1578	0·1602
6	0·1915	↓	0·1904	0·1931	0·1826	↓	↓	0·1912	0·1845	0·1893
12	0·2213	↓	0·2188	0·2193	0·2046	↓	↓	0·2022	0·2059	0·2102
24	0·2485	↓	0·2439	0·2413	0·2216	↓	↓	0·2322	0·2281	0·2348
Hamu Asche	0·0022	0·2462	0·0027	0·0035	0·0039	0·2330	0·2400	0·0032	0·0025	0·0036
Összes K Gesamt K	0·2507	0·2462	0·2466	0·2448	0·2355	0·2330	0·2400	0·2354	0·2306	0·2384

Tabelle VII. táblázat.

Óra Stunde	Téli békák — Winterfrösche						Nyári békák Sommerfrösche	
	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts	bal links	jobb rechts
1	0·0300	0·0324	0·0292	0·0305	Kontroll	0·0385	0·0181	Kontroll
3	0·0711	0·0728	0·0681	0·0699	↓	0·0957	0·1234	↓
6	0·1200	0·1188	0·1063	0·1080	↓	0·1402	0·1810	↓
12	0·1483	0·1451	—	—	↓	—	0·2175	↓
18	—	—	—	—	↓	0·1694	—	↓
24	0·1609	0·1590	0·1463	0·1482	↓	0·1820	0·2379	↓
48	0·1809	0·1810	0·1832	0 1890	↓	0·1910	0·2458	↓
Hamu Asche	0	0	0	0	↓	0	0	↓
Összes K Gesamt K	0 1809	0·1810	0·1832	0·1890	0·1927	0·1910	0·2458	0·2481

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS KALIUM DER PERIPHEREN NERVEN.

Von Dr. Alexander Müller. (Tihany)

In verschiedenen Arbeiten hatte *Neuschlosz*[1] behauptet, dass das Kalium in den Muskeln in zweierlei Form, als „gebunden" und „frei" vorkommt. Änderungen im Verhältnis der beiden sollten im Zusammenhang mit dem Kontraktionszustand stehen. Angesichts dessen, dass auch die peripheren Nerven grosse Mengen Kalium enthalten, dass ferner Kaliumsalze ganz auffallende Wirkungen auf die Reizbarkeit haben, schien es von Interesse, den Zustand dieses Elementes, speziell seine „Bindung", auch im Nerven zu untersuchen.

Inzwischen wurden allerdings die von *Neuschlosz* gemachten Angaben von *E. Raab*[2] scharf angefochten und eine „Bindung", d. h. Nicht- oder Schwerauswaschbarkeit des Kaliums aus der Muskelsubstanz, an Hand mitgeteilter Diffusionsversuche, ganz in Abrede gestellt.

Die Verhältnisse in den Nerven wurden bereits von *A. Simon* und *J. Szelöczey*[3] untersucht. Sie berichten, dass die peripheren Nerven, speziell der Nervus ischiadicus des Kaninchens kein indiffusibles Kalium enthält. Beim Auslaugen der Nerven mit isotonischer Kochsalzlösung diffundiert die ganze Kaliummenge im Laufe von 24 Stunden ununterbrochen aus. Über den zeitlichen Verlauf der Diffusion sind leider keine Angaben gemacht worden. Sichere Folgerungen lassen sich jedoch nur aus der Verfolgung der Auslösung des Kaliums ziehen.

In der vorliegenden Arbeit habe ich deshalb ähnliche Untersuchungen an Froschnerven angestellt. Die Diffusion wurde in solcher Weise verfolgt, wie das von *Neuschlosz* und von *Raab* bei Muskeln geschehen ist. Erst an Hand von Lösungskurven kann die An- oder Abwesenheit hemmender Zustände bei der Diffusion entschieden werden.

METHODIK.

Zu den Versuchen wurde Rana esculenta var. ridibunda angewendet. Ein Teil der Frösche war im Herbst eingefangen und ohne Nahrung in Aquarien aufbewahrt worden (bezeichnet als Winterfrösche), der andere Teil wurde im Juni frisch gefangen und erhielt auch während seiner kurzen Gefangenschaft reichliche Nahrung (bezeichnet als Sommerfrösche).

Die Ausführung der Versuche und die Methodik der Kaliumbestimmungen war die folgende:

Das Tier wurde durch Zerstörung des Grosshirns und des Rückenmarkes getötet und der Ischiadicus rasch herauspräpariert. Es wurde Sorge dafür getragen, dass die Nerven möglichst unversehrt bleiben. Die Nerven von zwei, drei Tieren wurden auf diese Weise herausgenommen und zu dritt in einem Wägegläschen an einem Platinhaken hängend rasch gewogen. Dann wurden die Nerven, abermals zu dritt, mit einem Seidenfaden zusammengebunden (in solch einem Bündel waren immer nur entweder rechte oder linke Nerven zusammengewählt). Für Kontrollanalysen wurden in den entsprechenden Versuchen die drei Parallelnerven derselben Tiere direkt in einen Platintiegel gegeben.

Die zusammengebundenen Nerven erhielten an dem einen Ende einen kleinen Glasring als Beschwerung und wurden in ein mit der Wachsflüssigkeit gefülltes Zentrifugengläschen eingetaucht. Von der

Waschflüssigkeit wurden immer 10 cm³ mit einer Pipette in das Gläschen gegeben. Das Gläschen wurde sammt der Lösung von Zeit zu Zeit (meistens in der 1., 3., 6., 12. und 24. Stunde) erneuert. Die Waschflüssigkeiten wurden auf dem Wasserbade eingedampft, der Rückstand bei 130° ausgetrocknet (wodurch die in Lösung gegangenen Eiweisstoffe möglichst unlöslich gemacht werden solten), dann mit je 2·5 cm³ warmem Wasser viermal extrahiert und durch einen kleinen Filter in ein anderes Zentrifugengläschen filtriert. Hierauf wurde die Lösung auf etwa 4 cm³ einkonzentriert und nach Abkühlung mit 0·5 cm³ Natriumkobaltinitrit-Lösung (bereitet nach *Kramer* und *Tisdall*[4]) versetzt und über Nacht stehen gelassen. Am nächsten Tage wurde der Niederschlag in der üblichen Weise aufgearbeitet.

Da die erhaltenen absoluten Werte ziemlich klein sind und in den meisten Fällen nur Hundertstel-Milligramme betragen, erfordert die Bestimmung die grösste Sorgfalt und peinlichste Reinheit der Reagenzien. Diese wurden deshalb während der Arbeit öfters auf ihre Reinheit, insbesondere auf ihre Kalifreiheit, ferner das benutzte Reagens nach Bereitung und die Messflüssigkeiten vor einer jeden Versuchsreihe auf ihren Faktor geprüft. Blindversuche mit 10 cm³ Waschflüssigkeit zeigten in keinem Falle die Anwesenheit von Kalium.

Zu Gesamt- und Rest-Kalium-Bestimmungen habe ich die Methode der trockenen Veraschung gewählt. Diese Methode erfordert zwar eine grosse Aufmerksamkeit und Sorgfalt, aber sie liefert dann ziemlich übereinstimmende Werte. Ich überprüfte meine Werte so, dass zwei Nerven von demselben Frosche auf gleiche Weise verascht und das Kalium in der Asche bestimmt wurde, wobei der eine Nerv noch mit einer bekannten Menge von Kalium versetzt und diese dann als Plus in der Asche mitbestimmt wurde.

Vor der Veraschung wurden die Nerven bei 130° ausgetrocknet und in einen Platintiegel gebracht, der in einem mit Asbest ausgelegtem Quarztiegel allmählich erhitzt wurde, wodurch die Nerven verkohlten. Dann wurde die Flamme soweit verstärkt, dass der Boden des Quarztiegels schwach zu glühen anfing und diese Temperatur wurde 8 Stunden lang beibehalten. Es hinterblieb eine winzige graue Salzmenge, die meistens mit etwas Kohle vermischt war. Ich wollte aber kein Oxydationsmittel anwenden, um die Möglichkeit einer Kaliumverunreinigung auch diesererseits völlig auszuschliessen. Nach dem Abkühlen des Tiegels löste ich die Salze mit 4 cm³ warmem Wasser nach, filtrierte durch einen kleinen, mit warmem Wasser ausgewaschenen Filter und wusch den Tiegel dreimal mit je 2 cm³ warmem Wasser nach. Die erhaltene Lösung wurde in einem Zentrifugengläschen aufgefangen und auf übliche Weise verarbeitet.

Die so erhaltenen absoluten Werte sind durch Dividieren mit dem Gewichte der Nerven in Gramm-Prozenten ausgedrückt, auf frische Nervensubstanz bezogen. Addiert man am Ende des Versuches die Kaliummenge der Waschflüssigkeiten, ferner die der Asche, so stimmen die Werte der einen Seite mit denen der anderen, oder die Diffusionswerte mit den Kontrollwerten der Gesamt-Kalium-Bestimmung überein.

Die in den einzelnen Etappen erhaltenen Prozentzahlen geben in ein Koordinatensystem eingetragene Lösungskurven, die von denen von *Raab* und *Neuschlosz* nur insoweit abweichen, dass sie das Spiegelbild jener liefern, da bei jenen das verbleibende, bei mir dagegen das ausgelöste Kalium die Werte bestimmt. Die beiden Kurvenarten lassen sich natürlich gleich gut deuten.

Ehe ich zu den eigentlichen Bestimmungen ging, führte ich eine grössere Anzahl von Gesamt-Kalium-Bestimmungen aus, um über die in Frage kommenden Mengen unterrichtet zu sein. Die Bestimmungen ergaben, dass der Kaliumgehalt in den Nerven nicht ein ganz konstanter ist, sondern, ebenso wie das z. B. *Wilson* und *Mitchell*[5] bei Muskeln fanden, auch bei Nerven sich in gewissen Grenzen bewegt. Die Vorgeschichte des Tieres ist dabei ausschlaggebend. Solche mit gemeinsamer Vorgeschichte haben ziemlich übereinstimmende Werte geliefert. So erhielt ich die Zahlen der Tabelle I.

1. Versuche mit isotonischer Kochsalzlösung.

Wenn die Nerven in isotonischer Kochsalzlösung gebadet werden, löst sich das Kalium allmählich, nach den Gesetzen der Diffusion aus. Die so erhaltene Kurve des Auswaschens zeigt in Anbetracht der weiter unten zu erörternden Kurven einen ziem-

lich niedrigen Diffusionskoeffizienten. Der Verlauf verlangsamt sich gegen das Ende sehr stark, so dass ich in der Asche noch stets verschieden grosse Mengen von Kalium finden konnte. An dem Verlauf der Kurve ändert das inzwischen eintretende Absterben der Nerven scheinbar nichts, da der Nerv das Kalium während der ganzen Zeit ganz regelmässig, in dem von der Kurve verlangten Masse abgibt. Ein Versuch zeigte, dass diese Abgabe auch in der 192. Stunde an Regelmässigkeit nichts eingebüsst hatte, wobei das Absterben in der 12.—14. Stunde eingetreten war. An der Diffusionskurve ist kein Knick vorhanden und es deutet nichts auf eine Hemmung der Kaliumauslösung irgendwelcher Art.

Der langsame Verlauf der Abgabe ist darauf zurückzuführen, dass die Nerven, um möglichst lang lebend erhalten zu bleiben, nicht nur nicht zerschnitten wurden, wie dies bei derartigen Versuchen üblich ist, sondern sie wurden im Gegenteil vor jeder Verletzung sorgfältigst bewahrt. Es sind also die Grenzmembranen, die offensichtlich auch hier eine grosse Rolle spielen, in unseren Versuchen (bis auf die durchschnittenen Aeste) unversehrt geblieben.

Dass diese Ansicht richtig ist, lässt sich durch Zerschneidung der Nerven, oder durch chemische Auflockerung der Nervenstruktur durch Narkotika zeigen, wobei die Grenzmembranwirkung aufgehoben wird.

Die Diffusion des Kaliums aus den unversehrten Nerven veranschaulichen die Daten der Tabelle 2.

Nun wurden nach obiger Vorschrift bereitete Nervenbündel in vier Teile zerschnitten und zu Diffusionsversuchen verwendet. Es wurden die Werte der Tabelle 3. erhalten.

Aus dieser Tabelle ist klar ersichtlich, dass die Kaliumdiffusion durch grössere Zerteilung der Nerven erheblich beschleunigt wird. Dieser Befund ist in Übereinstimmung mit der Ansicht von *E. Raab* über den Einfluss der Zerteilung der Muskelfasern auf die Geschwindigkeit der Kaliumdiffusion.

2. *Versuche mit alkoholhaltiger isotonischer Kochsalzlösung.*

Um eine Auflockerung oder wenigstens eine Veränderung der Permeabilitätsverhältnisse zu erreichen, wurde zunächst in der Weise vorgegangen, dass die Kochsalzlösung mit solch kleinen Mengen von Alkohol versetzt wurde, dass die Reizbarkeit der eingetauchten Nerven sich nicht wesentlich veränderte. Wie mehrere Reizversuche zeigten, wird der Nerv bei einer Alkoholkonzentration von 2 Gewichtsprozenten noch wenig beeinträchtigt.

Die mit einer solchen Kochsalzlösung ausgeführten Diffusionsversuche zeigten, dass die Auslösung des Kaliums bedeutend rascher erfolgt und die so erhaltene Kurve einen höheren Diffusionskoeffizienten bekommen hat, der aber noch immer so niedrig ist, dass nach 24 Stunden noch bedeutende Kaliummengen in der Asche zu finden sind. (Tabelle 4.)

Daraufhin wurde die Alkoholkonzentration so weit gesteigert, bis eine vollständige Narkose eintrat. Dies war bei 8 g Alkohol auf 100 cm^3 Kochsalzlösung in einer Stunde der Fall. Die Wirkung der Narkose auf die Permeabilität trat in diesen Ver-

suchen recht klar zutage. Die Auswaschung des Kaliums erfolgte viel rascher, so dass nach 24 Stunden nur noch ganz kleine Mengen in der Asche zu finden waren. Selbstverständlich soll das nicht bloss der Narkose zugeschrieben werden, denn die angegebene Alkoholkonzentration wirkt auch sonst auf die Struktur der Nerven. (Tabelle 5.)

3. Versuche an mit Chloroform behandelten Nerven.

Um die durch den Alkohol hervorgerufenen Veränderungen in der Nervenstruktur zu umgehen und eine möglichst reine narkotische Wirkung hervorzurufen, wurden Auswaschungsversuche in der Gegenwart oder nach Vorbehandlung mit Chloroform ausgeführt.

Bei dem einen Teil der Versuche wurde die Kochsalzlösung durch Umschütteln mit Chloroform in einem Scheidetrichter gesättigt, dann 2 Stunden lang stehen gelassen und nach dieser Zeit von dem ausgeschiedenen Chloroform getrennt und die Lösung, wie üblich, zu Versuchen angewendet. Die Gläschen waren mit einem Gummistöpsel zugestopft, um ein langsames Entweichen des Chloroforms zu verhindern.

In anderen Versuchen wurden die Nerven in einem zylindrischen Glasgefäss aufgehängt, das in einem 30° warmem Wasserbad stand und dessen Boden mit Cloroform befeuchtet war. Die Nerven verlieren bei solcher Behandlung in 5—15 Minuten ihre Reizbarkeit, die aber nach Luftzufuhr und nachherigem Abspülen mit Frosch-Ringerlösung allmählich wieder zurückkehrt. Die Auswaschung der mit Dämpfen narkotisierten Nerven erfolgte in reiner Kochsalzlösung.

Das Kalium nimmt, wie die Tabelle 6. zeigt, in beiden Fällen rasch ab und nach 24 Stunden ist es bis auf einen kleinen Rest vollständig aus den Nerven verschwunden.

4. Versuche mit destilliertem Wasser.

Um die rein physikalische Auslösung des Kaliums zu untersuchen, wurden Versuche gemacht, bei denen einerseits der Nerv abgetötet, andererseits die Grenzmembranen vernichtet werden sollten. Zu solchen eignete sich am besten die Auslaugung mit destilliertem Wasser. Der Nerv quillt an den beiden angeschnittenen Enden und an den Abtrennungsstellen der Nervenäste auf, die Struktur ist unter dem Mikroskope gesehen schon nach einer Stunde weitgehend zerstört. Das Kalium beginnt sich sofort auszulösen und die abgegebene Menge steigert sich mit dem fortschreitenden Zerfall der Nervenfaser. In 48 Stunden ist die ganze Menge vollständig ausgewaschen.

Der Verlauf des Auswaschens weist gegenüber den früheren Versuchsreihen keine wesentlichen Unterschiede auf. (Tabelle 7.)

ZUSAMMENFASSUNG.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die Auswaschung des Kaliums in sämtlichen Versuchsreihen dem Sinne nach gleich war, dass aber in der Geschwindigkeit des Prozesses Unterschiede bestehen. „Gebundenes“ oder sonstwie schwer auswaschbares Kalium war in den Nerven nicht zu finden.

Die verschiedene Geschwindigkeit der Auswaschung wird durch die Kurven veranschaulicht (von den verschiedenen Versuchen ist je einer eingezeichnet).

Es ist daraus zu sehen, dass das Kalium am schwersten durch Kochsalzlösung auszuwaschen ist; in sämtlichen anderen Lösungen ist der Austritt energischer. Alkohol ist ziemlich fördernd, seine Wirkung scheint mit der Konzentration zu steigen. Noch stärker wirken die mit Chloroform gesättigte Kochsalzlösung und das destillierte Wasser.

Die Erklärung der stärkeren Wirkung ist in den veränderten Permeabilitätsverhältnissen (Narkose) zu suchen. Das destillierte Wasser wirkt beschleunigend durch Zerstörung der Nervenstruktur.

IRODALOM. — LITERATUR.

1. *S. M. Neuschlosz*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. *199.* 410 (1923). *204.* 374 (1924), *207.* 27., 37. (1925), *213.* 19., 40., 47. (1926).

2. *E. Raab*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. *216.* 540. (1927),

3. *A. Simon* und *J. Szelöczey*, Biochem. Ztschr. *193.* 395. (1928).

4. *B. Kramer* und *F. F. Tisdall*, Journ. biol. chem. *46.* 339. (1921).

5. *Ph. H. Mitchell* und *J. W. Wilson*, Journ. of gen. physiol. *4.* 51. (1922).

EGY ÁLLÍTÓLAGOS LOKÁLIS REFLEXRŐL, A M. GASTROCNEMIUSRÓL A M. TIBIALISRA.

Irta: Dr. V. Méhes Gyula.

Stein és *Tulgan*[1] röviddel ezelőtt azt a feltünést keltő kísérletet közölték, hogy békánál a gastrocnemius összehúzódásakor az antagonista musculus tibialis anterior akkor is elernyed, ha a nervus ischiadicust átvágtuk, — vagy akár a végtagot teljesen amputáltuk. Eszerint egy periferiás reflex, amely szerintük a térdben játszódna le, szabályozná az antagonista elernyedését. Ez a felfogásunkat az antagónisztikus innervációról alapjaiban megrendítő kísérlet oly fontos lenne, hogy feltétlenül ellenőrzésre szorult. Mintegy 30 kísérlet eredményeiből leszűrt tapasztalataim után azt azonban nem tudom megerősíteni. A szerzők eredményét tapasztalataim alapján kísérleti hibának kell tartanom. Olyan esetekben, amikor az alább leírt kísérleti hibát szándékosan ki nem küszöböltem, — a legtöbbször én is pozitív eredményt kaptam, míg ennek a kísérleti hibának a kizárásával egyetlen-egy esetben sem.

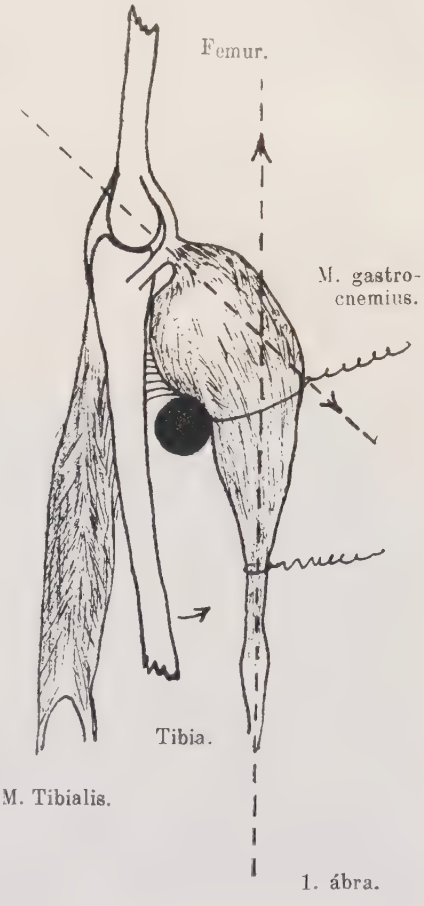
Kísérleteimet a szerzők eljárása szerint végeztem, amennyire az az általuk közölt rövid leírás szerint utánozható volt. A szerzők megállapítása szerint a pozitív eredmény fő- és egyedüli kelléke az, hogy a térdizület sértetlen, ép legyen, — egyébként teljesen mellékes az, hogy a végtag összeköttetésben marad-e a törzzsel és csak az ideget vágjuk-e át, vagy le van-e amputálva. Ezért én is a kísérleteimet többnyire leamputált végtagon végeztem. Az amputálást mindig legutoljára, a lábszárizmok kipreparálása után végeztem, mert biztosítani kívántam a vérrel való ellátást egészen a kísérlet megkezdéséig.

A nagyagy elroncsolása után a lábszár felső harmadáig felpreparáltam és itt körülmetszettem a bőrt. Ezáltal a térdizület teljesen sértetlen, ép állapotban, egy bőrmandzsettával volt körülvéve. Ezután felpreparáltam a musculus gastrocnemiust a bőrmandzsetta határáig. A musculus tibialisnál a felpreparálás magasságát esetenként változtattam. Egyes kísérletekben csak a tapadó inakat szabadítottam fel, máskor meg teljesen izoláltam a többi izmoktól egészen a bőrmandzsetta határáig. Olyan kísérleteket is végeztem, ahol nemcsak a tibialis anteriort, hanem az összes feszítőket együtt szabadítottam fel. A tibiát teljes egészében meghagytam. Az izmok ináta kis hurkot erősítettem; ebbe akasztottam a felfüggesztéshez használatos S-alakú horgot. A lábszárizmok kipreparálása után a comb közepén körkörös metszéssel csontig átvágtam a képletet, melyeknek feltolása után kiizesítettem, illetve magasan átvágtam a combcsontot. Utóbbit izomfogóba fogtam s a preparátumot — kísérletre készen — statívra erősítettem. A kipreparált izmokat emelő-iróval kötöt

tem össze. A gastrocnemiussal összekötött emelőt megterheltem, míg az antagonista izom csak kiegyensúlyozott, illetőleg gyengén megterhelt emelővel volt összekötve.

A tibia végét is alkalmas módon fogóba szorított erős csipesszel rögzítettem.

A gastrocnemius direkt izgatására indukált áramot használtam. A tekercstávolságot a kísérlet folyamán változtatva, kisebb-nagyobb rángásokat váltottam ki. Elektródokul igen finom drótot alkalmaztam, melyet az izomra reácsavartam. Hogy a gastrocnemius összehúzódása alkalmával az antagonista izmot ne érintse — sem az áramhatás azt ne befolyásolja —, a gastrocnemiust egy üveghoroggal oldalra elhúztam, ami az izom összehúzódhatását nem gátolta. Ezt a helyzetet szemlélteti az 1. sz. ábra.



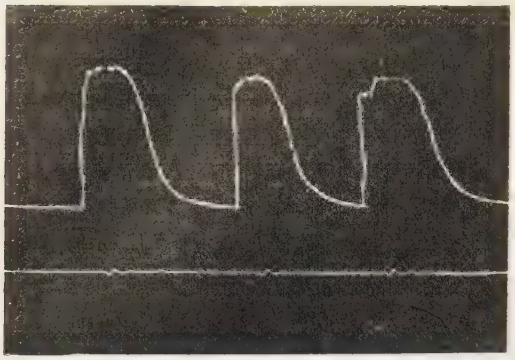
1. ábra.

Abban az esetben, ha a kísérletet a leírt módon végeztem, vagyis úgy a femurt, mint a tibiát mozdulatlanná rögzítettem, kísérleteim folyamán egyetlen egy esetben sem kaptam meg a szerzőktől leírt ellazulást a musculus tibiálisban a musculus gastrocnemius-ingerlésre. Negatív maradt az eredmény akkor is, ha különböző magasságig preparáltam fel az izmokat, vagy ha csak a tibiális anteriort, vagy az összes feszítőket együtt preparáltam ki és függesztettem fel. Nem befolyásolta az eredményt a gastrocnemius rángásának nagysága sem, sem pedig egyik vagy másik emelő megterhelésének a megváltoztatása.

A térdizület megsértéséről, roncsolásáról, amelytől a szerzők szerint óvakodni kell, szó sem lehetett, mert az izmok felpreparálása odáig nem történt és kívülről is védte a bőrmandzsetta. A vérrel való ellátásnak a hiánya, a táplálkozáshiány sem játszhatott szerepet, mert negatív volt az eredmény akkor is, ha a vérrel való ellátás megvolt, ha a combot nem amputáltam le, hanem csak a combcsontot vágtam át és ezen rögzítettem a végtagot.

A pozitív eredmény állandó hiánya kétségtelenné tette, hogy a szerzők által leírt „local mechanismus“ valamilyen kísérleti hibának az eredménye. Ők az általuk alkalmazott kísérleti metodikának rövid ismertetésében nem említik meg, hogy hogyan rögzítették a kísérleti állatot, illetőleg annak leamputált combját. Arra gondoltam tehát, hogy ezen egyszerű kísérletnél másutt nem lehet a hiba, mint a rögzítésnél. Ez nyilvánvalóvá lett akkor, amikor a tibia rögzítését elhagytam.

Azt tapasztaltam ugyanis, hogy ha a tibiát alsó végénél nem rögzítem, hanem az a két felfüggesztett izom között szabadon lóg le, akkor az a gastrocnemius összehúzódásakor a legtöbbször kimozdul nyugalmi helyzetéből. Ez az elmozdulás igen sokszor már szabad szemmel is megfigyelhető, de még jobban látható ez az iró kilen-

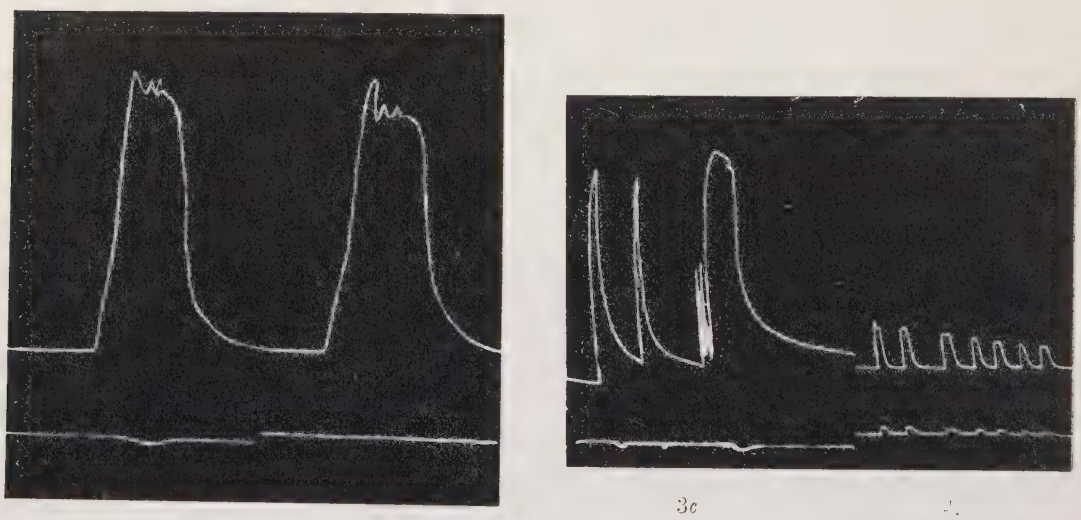


2. ábra.

1. = M. gastrocnemius. 2. = M. tibialis.

gésén. Egy ilyen esetet mutat a 2. sz. ábra. Midőn a tibia rögzítve volt, a musculus tibialis irója nyugalmi helyzetben maradt, egyenes vonalat írt le. Ha azonban nem volt rögzítve, akkor nagyon sok esetben a gastrocnemius kontrakció alatt a tibiális irója az abscissa alá süllyed és látszólag egy tibiális ellazulást jelez, különösen akkor, ha a tibiát magasan átmetszettem. A tibialis irója által jelzett elernyedés tehát csak látszólagos elernyedés, mechanikai hatás, melyet a következőképen magyarázhatunk:

A gastrocnemius inas résszel a femurról és a tibiáról ered. (Lásd az 1. sz. ábrát.) Ha az izom összehúzódik, mindkét csontra és az emelőre húzást gyakorol. Ha úgy a femur, mint a tibia mozdulatlanul rögzítve van, — az erő hatását csak a gastrocnemius emelő irója mutatja. Ha a femur rögzítve van, de a tibia nincs, akkor az



3a 3b 3c

1. = M. gastrocnemius. 2 = M. tibialis.

erő hatására a tibia a nyíl irányába kitérhet. Ez annál is inkább így lesz, mert azáltal, hogy az üveghoroggal a gastrocnemiust oldalra elhúztam, az izom húzási iránya is megváltozott és nem merőleges irányban hat, hanem a tengelyekkel jelzett irányokban. Ha az összehúzódó gastrocnemius a tibiát a nyíl irányába kitéríti, a tibian tapadó musculus tibialis az eredeti helyzetéből lejebb kerül, következéskép az izomra akasztott emelő is süllyed és a kormozott papíron elernyedést jelez. 3/b görbe mutatja, hogy a tibia rögzítése mellett, a gastrocnemius összehúzódása alkalmával a

tibialis nyugalomban marad, míg 3/a és c-nél nem rögzített tibia mellett a musculus tibiális látszólagos elernyedést mutat.

Miként az előbbiekben is jeleztem, nem minden esetben kaptam elernyedést. Úgy látszik, egyéni különbségek is vannak az inak tapadását illetőleg. Befolyásolhatja az eredményt a felpreparálás magassága, a gastrocnemius összehúzódásának erőssége és nagysága is. Ha a tibia kitérése aránylag nagy, vagy a musculus tibialis nincsen eléggé felpreparálva, a gastrocnemius-rángáskor a tibialis írója nem elernyedést, hanem összehúzódást is jelezhet. Látszólagos tibiális kontrakció állhat be akkor is, ha a felfüggesztés alkalmával a musculus tibiális úgy fekszik rá a tibiára, hogy ennek esetleges elmozdulása alkalmával felemeli, mintegy maga előtt tolja az izmot. Ilyen esetet mutat a 4. sz. görbe.

A tibia rögzítése mellett végzett nagyszámú kísérlet állandó negatív eredménye s az a tény, hogy a rögzítés elhagyása után az esetek igen nagy számában, — az antagonista izom látszólagos elernyedését regisztrálhattam, — joggal engednek arra következtetni, hogy az említett szerzők „local mechanismus"-a nincs meg a leamputált végtagon; a gastrocnemius összehúzódásakor tapasztalt tibiális elernyedés csak látszólagos és egy könnyen előidézhető kísérleti hibának az eredménye.

A szerzők ama megállapítása is, hogy a „local mechanismus" nincs meg, ha a térdizületet cocainnal, vagy novocainnal érzéstelenítik, — szerintem csak úgy magyarázható, hogy az érzéstelenítő oldat, akár az izületi üregbe fecskendezik, akár tamponnal az izületre kívül alkalmazzák, — a gastrocnemius felső részéhez is áldiffundál és azt bénítja. A gastrocnemius felső harmada ezáltal nem húzódik össze, a tibiát sem mozdítja el és így a musculus tibialis írója sem jelez elernyedést.

ÜBER EINEN ANGEBLICHEN LOKALEN REFLEX DES M. GASTROCNEMIUS AUF DEN M. TIBIALIS.

Von Dr. Julius von Méhes.

Stein und *Tulgan*[1] haben vor kurzem einen Aufsehen erregenden Versuch mitgeteilt. Sie geben an, dass beim Frosch nach Reizung des Gastrocnemius der antagonistische Musculus tibialis anterior erschlaffe, und zwar auch dann, wenn der Nervus ischiadicus durchschnitten ist, oder wenn man den ganzen Fuss amputiert. Demnach würde die Erschlaffung des Antagonisten durch einen peripheren Reflex, der sich im Knie abspielt, erfolgen. Dieser Versuch hätte für die antagonistische Innervation eine derartig grundlegende Bedeutung, dass eine Wiederholung erwünscht war. Auf Grund der Erfahrungen von 30 Versuchen kann ich jedoch ihren Befund nicht bestätigen und halte ihn für einen Versuchsfehler. Meine Versuche sind ganz nach der Beschreibung der Autoren durchgeführt, so weit sich das nach ihrer kurzen Beschreibung kontrollieren lässt.

Die Autoren geben an, die einzige wesentliche Bedingung zum Zustandekommen einer antagonistischen Innervation sei, dass das Knie unversehrt ist, sonst sei es ganz nebensächlich, ob nur der Nerv, oder die ganze Extremität durchschnitten ist. Ich habe deshalb auch meistens an abgeschnittenen Extremitäten gearbeitet. Die Ampu-

tation wurde immer zuletzt, nach der Präparation der Unterschenkelmuskeln durchgeführt, um die Blutdurchströmung so lang als nur möglich zu erhalten.

Nach Zerstörung des Zentralnervensystems habe ich die Haut bis zum oberen Drittel des Unterschenkels aufpräpariert und hier durchschnitten. Dabei blieb das Knie vollständig unbeschädigt und umgeben mit einer Haut-Manschette. Dann wurde der Gastrocnemius bis zum Rand dieser auspräpariert. Beim M. tibialis verfuhr ich auf verschiedene Weise. In einzelnen Fällen habe ich nur die Sehne befreit, in anderen habe ich ihn ganz von den übrigen Muskeln isoliert. In manchen Versuchen wurde nicht nur der Tibialis anterior, sondern sämtliche Extensoren zusammen frei gemacht. Die Tibia erhielt ich ganz. An die Enden der Sehnen kamen Fadenschlingen zur Verbindung mit dem Registrierhebel. Dann wurden die Weichteile des Schenkels und zuletzt der Femur hoch durchschnitten und in einem Stativ befestigt. Der Hebel des Gastrocnemius wurde belastet, während der des Antagonisten kaum, oder nur in Gleichgewicht gebracht wurde. Das Ende der Tibia wurde in einer entsprechenden Klammer ebenfalls fixiert.

Der Gastrocnemius wurde mit Inductions-Strömen direkt gereizt. Die Elektroden waren feine Drähte, welche direkt am Muskel befestigt waren. Damit der Gastrocnemius bei seiner Kontraktion den Antagonisten nicht berühre und damit auch keine Stromschleifen auf diesen übergehen, habe ich den Muskel mit einem Glashacken auf die Seite gezogen. (S. Abb. 1. S. 221.)

Wenn ich den Versuch auf diese Weise ausgeführt habe, d. h. Femur- und Tibia gut fixierte, erhielt ich in keinem einzigen Fall eine Erschlaffung des M. tibialis, während der Reizung des M. gastrocnemius. Weder die Grösse der Kontraktionen des Gastrocnemius, noch die Belastung der Hebel, noch die Art der Präparation hat an diesem negativen Resultat etwas geändert. Das kann keinesfalls damit erklärt werden, dass das Kniegelenk irgendwie beschädigt gewesen sei; davon konnte keine Rede sein. Die Störung der Blutversorgung könnte beim negativen Resultat auch keine Rolle spielen, denn einesteils, sollte dieser lokale Reflex auch am abgeschnittenen Bein zustande kommen, andererseits habe ich ihn auch dann vermisst, wenn der Fuss nicht amputiert war und die Zirkulation also normal und nur der N. ischiadicus durchschnitten war.

Zur Erklärung dieses von den Autoren beschriebenen „Lokalen Mechanismus“ kann ich nur annehmen, dass es sich um einen Versuchsfehler durch ungenügende Fixierung des Präparates handelt. Um das zu kontrollieren, verfuhr ich so, dass ich das Unterende der Tibia nicht fixierte. In solchen Fällen wird bei der Kontraktion des Gastrocnemius die Tibia bewegt. (S. Abb. 2. S. 222.) War die Tibia fixiert, so schrieb auch in diesen Versuchen der Hebel des M. tibialis eine gerade Linie. War sie aber nicht fixiert, dann sank der Schreibhebel des Tibialis in vielen Fällen während der Kontraktion des Gastrocnemius unter die Abscisse und zeigte scheinbar eine Erschlaffung des Tibialis. Diese ist also nur scheinbar und kommt auf die folgende Weise zustande:

Der Gastrocnemius entspringt mit sehnigen Bändern, sowohl vom Femur als von der Tibia. (S. Abb. 1.) Kontrahiert sich der Muskel, so wirkt ein Zug auf beide Knochen. Sind beide Knochen fixiert, so wirkt die Kraft nur auf den Hebel des Gastro-

cnemius. Ist der Femur fixiert und die Tibia nicht, dann bewegt sich die Tibia in der Richtung des Pfeiles. Das ist um so mehr der Fall als dadurch, dass wir den Gastrocnemius mit dem Glashacken auf die Seite ziehen müssen, sein Zug in der Richtung der Achsen wirkt. Bewegt sich die Tibia in der Richtung des Pfeiles, dann muss sich der von der Tibia entspringende M. tibialis senken und die Hebel-Bewegung macht dann den Eindruck einer Erschlaffung. In Abb. 3/b. war bei fixierter Tibia der M. tibialis während der Gastrocnemiuskontraktion in Ruhe. Abb. 3/a. und c. zeigte dagegen bei unfixierter Tibia eine scheinbare Erschlaffung.

Ich erhielt nicht in jedem Fall eine Erschlaffung bei unfixierter Tibia. Dabei können individuelle Verschiedenheiten des Sehnenansatzes des Gastrocnemius eine Rolle spielen. Auch die Höhe der Praeparation, die Grösse der Kontraktion kann einen Einfluss haben. So ist es auch möglich, dass wenn die Tibia verhältnissmässig stark sich bewegt, keine scheinbare Erschlaffung, sondern eine scheinbare Verkürzung zu sehen ist. Letzteres kann zum Beispiel auch dann der Fall sein, wenn der M. tibialis so auf der Tibia liegt, dass eine Bewegung derselben den Muskel hebt. (Abb. 4. S. 222.)

Auf Grund dieser Versuche scheint es mir bewiesen, dass der von *Stein* und *Tulgan* behauptete „Lokale Mechanismus“ nur auf einem Versuchsirrtum beruht. Die Behauptung der Autoren, dass die Erscheinung nach einer Einspritzung von Kokain, oder Novokain in das Kniegelenk aufhört, bzw. dann, wenn sie einen damit befeuchteten Tampon auf das Gelenk legen, scheint mir so erklärbar, dass diese Narkotica zum M. gastrocnemius hindiffundierten und dessen oberen Teil lähmten. Sein oberes Drittel wird sich dann nicht kontrahieren und die Tibia mit dem M. tibialis wird sich nicht bewegen.

IRODALOM. — LITERATUR.

1. *Stein* and *Tulgan*, American Journal of Physiology Vol. LXXIII. 480. 1927.

ÉLŐ IDEGEK ULTRASTRUKTURÁJA.

Írta: Dr. Verzár Frigyes.

Régóta sejtjük, hogy az idegingerületi folyamatnál az idegben bizonyos kolloid állapotváltozásoknak kell lefolyni. Az elektromos működési áramoknak a forrása alkalmasint olyan permeabilitás-változásokban keresendő, amelyek ion-koncentrációs változásokat okoznak. Kolloidok diszperzitásfokát ultramikroszkópikus, sötét látóteres észleléssel lehet megítélni.[1–4] Annak a lehetősége, hogy egy idegrost struktúráját élő állapotban, sötét látótérben vizsgáljunk, csak egy olyan objektumon lesz meg, amely teljesen átlátszó és amelynél az állat élő állapotban mikroszkóp alá hozható.

Ilyen vizsgálatra különösen alkalmasnak látszott a Leptodora kindtii (Focke), — egy a Balatonban nagy mennyiségben élő cladocera. Ez a teljesen átlátszó, 1 cm nagyságúra is megnövő állat, egy hosszú idegrosttal bír, amely ezekre a vizsgálatokra különösen alkalmas. A leptodora anatómiáját és életmódját *Gerschler*[7] írta le. A hosszú fejben egy nagy, páratlan szem van, amely közvetlenül összenőtt a ganglion opticummal és a garatfeletti ganglionnal. Egy hatalmas idegtörzs — t. k. connectivum — először páratlanul, azután két részre osztódva húzódik innen az alsó ganglionokhoz (1. ábra). Ezt az idegtörzset használtam fel vizsgálataimhoz. Tapasztalataim alapján úgy a sötét látóteres vizsgálati módszert, mint különösen a leptodorát — mint legalkalmasabb objektumot — nagyon ajánlhatom.

Kísérleteimhez az állatokat tárgylemezre helyeztem, egy csepp vízben fedőlemezzel lefedtem, majd a mikroszkópba tettem. A sötétlátóteres megvilágítást a Zeiss-féle „Kardoid"-kondenzorral értem el. A megvilágításra részben erős mikroszkópizáló lámpát, részben Pointlite-lámpát használtam. Fényképfelvételeket Phoku-készülékkel csináltunk és a kinó felvételeket Leitz-Ica-géppel eszközöltük. A mikroszkópikus nagyítás Zeiss-objektív 10 és 20 és okulár 15 (150—300-szoros nagyítással) történt. Nagyobb szisztémákkal a kép fényerősségéből veszít és ezért újabb részleteket nem látni.

A fej szövetei teljesen átlátszóak. Sötétlátóteres világításnál csak a ragyogó testszéleket és a „nyak" közepén az idegrendszert látjuk. Néha-néha egy-egy vértestecske halad a látótéren át. A fej elülső végén lévő szem folyton mozog. Jól látható a két szemizom. Minden szemmozgással együtt elmozdul az egész idegrendszer is, amely szabadon lóbálódzik ide-oda, úgy, mint ahogy egy kinófelvételből vett részletek (2. ábra) mutatják.

Ultramikroszkópikus világításnál könnyen és biztosan felismerhető, hogy a hosszú idegköteg finoman granulált anyagból áll, mely hosszanti elrendeződést is mutat, amely fibrilláris szerkezetre enged következtetni. De ennél sokkal feltűnőbb, hogy a szemcsézettség nem egyenletes, hanem harántvonalakban rendeződik, ami

harántcsíkolatnak a benyomását kelti (3. ábra). Az egyes világosabb és sötétebb csíkok két μ vastagok, tehát jóval a mikroszkópikus láthatóság határán felül vannak. Mindamellett közönséges mikroszkóppal áteső fényben ennek a feltűnő strukturának semmi nyomát sem látjuk. Igen feltűnő már most, hogy néha ez az ultrastruktúra hirtelen eltűnik (4. ábra), majd pillanatokon belül megint megjelenik. Rendszerint akkor következik ez be, ha az állat a szemét mozgatja és avval együtt ezt az idegrostot is. Lehet, hogy ingerületi folyamatok lefutásának a kifejezése ez, de más magyarázat nincs kizárva. (L. lent.)

Amidőn az állat elhal, ami a fedőlemez alatt kb. egy óra mulva következik be, feltűnő változások mennek végbe ezen idegtörzs ultramikroszkópos struktúrájában. A halál pillanatát elég könnyű megítélni az élénken verő szív megállásából, valamint a szemmozgások megszűnéséből. Alig, hogy a halál beállt, perceken belül, a szép ultramikroszkópikus csíkolat eltűnik, az idegtörzs egyenletesen szemcsés, majd a szemcsék mindig nagyobbak és nagyobbak lesznek és hamarosan már Brown-féle molekuláris mozgást is mutatnak (5. és 6. ábra). Egészen meglepő az a feltűnő változás, amely rövid idő alatt az életet megkülönbözteti a haláltól és alig lehet elképzelni objektumot, amely alkalmasabb volna ennek a demonstrálására. Ha még ¼ órát várunk, az egész idegrendszer felduzzad, nagy szemcsék és vakuolák keletkeznek, amelyek a ganglionokban is feltűnően láthatók. Az idegtörzsön belül gyakran ezen szemcséknek még egy áramlása is látható.

Abb. 2. ábra.

Abb. 1. ábra.

Narkózisnál — amely 2% aether, ½—1% kokain és 10% alkohol segítségével történhetik — szintén többször észleltem, hogy a közvetlenül előzőleg még meglévő jellegzetes ultrastruktúra eltűnt és helyette egy egyenletes szemcsézettség jelentkezett. Ezek a vizsgálatok azonban még további kutatást igényelnek.

Mi a magyarázata ezen ultrastruktúrának és különösen az eltűnésének? Nem tartom kizártnak, hogy az idegrostot egy finom hártya veszi körül, amely az idegtörzs lóbáló mozgásai és időnként való kifeszítése közben ráncosodik és ennek a legfinomabb ráncosodásnak a kifejezője a látszólagos harántcsíkolat. Ez a magyarázat, amely olyanféle struktúrát tételezne fel, mint amilyent *Heringa*, *Schmidt*, *Gavrilescu*, *Ettisch* és *Szegvári*[8] írtak le inakon stb., ugyancsak további vizsgálatok tárgya. Ez ellen a magyarázat ellen szól az, hogy egy ilyen ráncolást más mikroszkópiai módszerekkel nem lehet látni, viszont mellette szól az, hogy a harántcsíkolat az idegtörzs egész szélességén halad át. Binokulár vizsgálattal határozottan az az

impresszióm, hogy a szemcsézettség az egész rostra vonatkozik és annak az egész keresztmetszetén áthalad. Ha ez így volna, akkor csak az a magyarázat lehetséges, hogy itt valóban az idegrostban, illetve a fibrillákban váltogatott sűrűségű részecskék következnek egymásután, amelyeknek az eltűnése és megjelenése esetleg az ingerületi folyamattal függhet össze. Mindenesetre feltűnő, hogy az ingerlékenység elvesztésével, a halál beálltával ez az ultrastruktúra eltűnik. Az ingerületi folyamatokkal való összefüggése ezen ultrastrukturáknak, további vizsgálat tárgya.

DIE ULTRASTRUKTUR LEBENDER NERVEN.

Von Dr. F. Verzár.

Der Erregungsvorgang im Nerven ist bisher im Wesentlichen aus den damit verbundenen elektrischen Erscheinungen bekannt. Nach der allgemeinen Annahme kommen diese durch Verschiebungen von Elektrolyten an Phasengrenzen zustande. Die Ionenkonzentrationsunterschiede aufrecht erhaltenden Phasen, oder nach *Bernsteins Membrantheorie*, Membranen, haben kolloidalen Charakter. Es ist wahrscheinlich, dass eine Aenderung des kolloidalen Zustandes der Nervenfibrille das Primaere ist. Insbesondere die Wirkung von Narkotica auf den Nerven, hat die Annahme sehr erhärtet, dass nicht nur die Narkose, sondern umgekehrt auch die Erregung, Aenderungen des kolloidalen Zustandes im Nerven sind.

Aenderungen im Dispersitätsgrade von Kolloiden können eventuell mittelst Dunkelfeldbeleuchtung sichtbar gemacht werden. Derartige Untersuchungen sind jedoch nur an Tieren möglich, bei welchen Nerven in vollständig normalem Zustande unter das Mikroskop gebracht werden können, und wenn das Tier so durchsichtig ist, dass nur der unter das Mikroskop gebrachte Nerv im Dunkelfeld ein Bild gibt, während die umgebenden Gewebe keinen ultramikroskopischen Effekt haben.

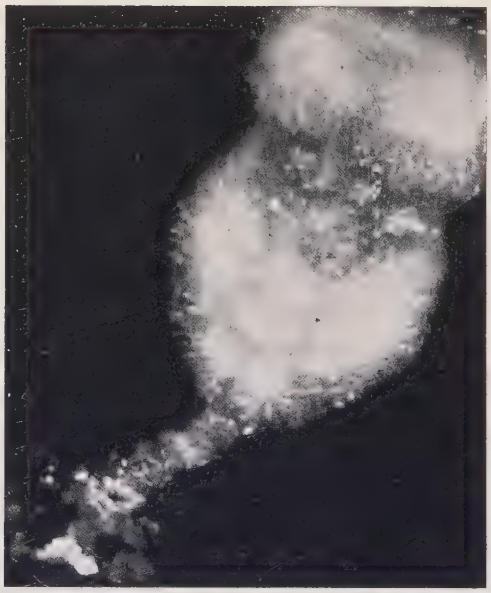
Untersuchungen über die Struktur des Nerven, mittelst Dunkelfeldbeleuchtung hat an zerzupften Froschnerven *Höber*,[1] *Auerbach*,[2] *Wilke* und *Atzler*[3] ausgeführt. Doch verliefen ihre Untersuchungen ohne besonderen Erfolg. Neuere Untersuchungen mit dem Kardoid Kondensor von *Zeiss*, hat *Ettisch* und *Jochims*[4] ausgeführt. Die letzteren Autoren nehmen ein Stückchen eines Froschnerven, zerzupfen ihn und untersuchen die einzelne Faser in verschiedenen Flüssigkeiten. Sie geben ausführliche Beschreibungen über die Wirkung verschiedener Ionen, der pH-Aenderung, sowie der Wirkung von Alkoholen. Alle diese Substanzen wirken teils quellend, teils koagulierend. Diese Untersuchungen sind einesteils an Nerven mit Markscheide und andererseits an Nerven ausserhalb des Körpers ausgeführt. Die grossen Veränderungen, die im Nerven sofort nach dem Absterben vor sich gehen und über die wir im Folgenden berichten, zeigen, wie vorsichtig man bei der Beurteilung der Strukturbilder sein muss. Wirklich lebende Fasern wird man nur im Körper selbst beobachten können, unter natürlichen Innervations-Verhältnissen, so wie wir das im Folgenden tun.

Eine Untersuchungsmethode, welche der Untersuchung im Dunkelfeld nahe kommt, ist die Untersuchung im polarisierten Licht. Von neueren Untersuchungen werden hier besonders die Arbeiten von *E. A. Spiegel*,[5] sowie *Göthlin*[6] in Betracht zu ziehen sein, in welchen speziell die Doppelbrechung der Myelinscheide untersucht wurde. Auch diese Untersuchungen sind an Froschnerven ausgeführt. Es ist lange bekannt, dass die markhaltigen Nerven anisotrop sind; speziell die Markscheide ist positiv doppelbrechend, was auf den Gehalt an Lezithin zurückgeführt wird. „Als Ursache der Anisotropie der in der Markscheide eingelagerten Glycerophosphatide kommen zwei Möglichkeiten in Betracht, ihre krystallinische Struktur, oder das Vorhandensein bestimmter orientierter Druck- oder Zugkraft.“ (Spiegel, I. 227.) Dieser Verfasser

3. ábra.

4. ábra.

5. ábra.



6. ábra.

kommt hier ferner zu dem Resultat: „Dass die optische Anisotropie des Nervenmarkes durch radial gerichtete Druckkräfte bedingt wird, welche mit der durch die molekulare Attraktion bedingten Oberflächenspannung in enger Beziehung stehen." (S. 229.)

Spiegel hat den zerzupften Ischiadicus von Ratten frisch untersucht und findet, dass jede Quellung die Anisotropie vermindert. Aenderung der Doppelbrechung sei der optische Ausdruck für Aenderungen der normaler Weise in der Myelinscheide herrschenden normal zur Längsachse des Nerven gerichteten Druckkräfte.

Auch die Neurofibrillen sind positiv doppelbrechend, wie ganz besonders neuerdings *Göthlin* zeigte. Hervorgehoben sei, dass nach ihm auch die marklosen Nerven von einer Lipoidhülle umgeben sind. Reizung von Nerven ändert die Doppelbrechung nicht, dagegen nimmt sie ab, wenn die Erregbarkeit durch Narkotica abnimmt und erscheint wieder, wenn die Erregbarkeit zurückkehrt. *(Spiegel.)* Auch die Wallersche-Degeneration führt zu einer Abnahme der Doppelbrechung der Markscheide.

Von diesen Ergebnissen sind für die folgenden Untersuchungen speziell jene Resultate von Interesse, in welchen darauf hingewiesen wird, dass Änderungen von Zug- und Spannkräften zu Änderungen in der Doppelbrechung führen können, was eventuell zu einer Erklärung der, von uns beobachteten Tatsachen führen kann.

Auf der Suche nach einem geeigneten Objekt wurde ich auf Leptodora kindtii (Focke) aufmerksam gemacht.

Leptodora ist eine 0·5—1·0 cm lange Cladocere, die im Balaton, so wie auch in vielen anderen europäischen Seen in grossen Mengen vorkommt. Sie hat einen vollständig durchsichtigen Körper und ist dadurch ein vorzügliches Objekt für biologische Untersuchungen. Eine genaue Zusammenfassung ihrer Biologie hat *Gerschler*[7] gegeben.

Meine Aufgabe, einen Nerven in Dunkelfeldbeleuchtung im lebenden Tier zu untersuchen, war hier lösbar, denn das Tier hat kein lichtbrechendes Integument und insbesondere einen sehr langen Kopf, in welchem eine mächtige Kommissur vom Oberschlundganglion zu den Unterschlundganglien sichtbar ist.

Es scheint, dass die Dunkelfeldbeleuchtung zur Untersuchung dieser Tiere noch kaum benützt worden ist. Ich möchte sie hier auf das wärmste empfehlen. Man sieht wundervolle Bilder, die mit der gewöhnlichen mikroskopischen Beleuchtung überhaupt nicht sichtbar sind, so z. B. überall im Körper die Verteilung der Nerven, Ansätze von Muskeln, Muskulatur des Herzens, Blutkreislauf etc., mit einer Klarheit, die durch keine andere Beleuchtung erreichbar ist.

Besonders günstig ist für die Untersuchung im Dunkelfeld die Struktur des Kopfes, wie sie aus Abb. 1—2. hervorgeht. Der Kopf ist so lang, dass er bei einer 150-fachen Vergrösserung das ganze Gesichtsfeld einnimmt. Am Ende sitzt ein mächtiges Auge. An dieses anschliessend sieht man das Ganglion opticum. Mit diesem verbunden ist das mächtige Oberschlundganglion. Aus diesem gehen zwei kleine Nerven ab, die zu den verkümmerten, ganz kleinen vordersten Antennen gehen.

Das Oberschlundganglion verlässt ein mächtiger Nervenstrang. Bei den meisten Tieren, die wir beobachteten, geht dieser ungeteilt bis über die Mitte des Kopfes und teilt sich erst dort in zwei halb so dicke Aeste, die beiden Connective zu den Unterschlundganglion, welche auch klar sichtbar sind. (S. Abb.1.)

Bei einer nicht geringen Anzahl von Tieren sieht man jedoch schon aus dem Oberschlundganglion die Kommissur doppelt austreten. Endlich gibt es auch Tiere, bei welchen die Kommissur zuerst einfach beginnt und sich dann viel schneller, als bei der grösseren Mehrzahl der Tiere, in zwei Teile trennt. Zu den Untersuchungen

sind jene Tiere am geeignetsten, bei welchen die Kommissur weit ungetrennt verläuft. Trotzdem es sich also nicht um einen peripheren Nerven handelt, so haben wir hier doch einen einheitlichen Nervenstrang vor uns.

Zur Untersuchung der Struktur der Nerven bei Dunkelfeldbeleuchtung im lebenden Tier, bin ich folgendermassen vorgegangen:

Die Leptodora wurde meist frisch gefangen, oder 1—2 Tage im Aquarium aufbewahrt. Dann wurde das Tier in einem Tropfen Wasser, auf einen Objektträger gebracht und mit einem Deckglas zugedeckt. Das ist zur Dunkelfeldbeleuchtung unbedingt nötig und andererseits wird das Tier dadurch fixiert, sonst würden die beständigen Ruderbewegungen jede Beobachtung vereiteln. Mit etwas Fliesspapier wurde, wenn nötig, soviel Wasser abgesaugt, dass das Tier fixiert blieb. In diesem Zustand stirbt es allerdings, gewöhnlich im Laufe einer halben Stunde; für unsere Beobachtung war das jedoch unwesentlich; im Gegenteil, es gab sogar Gelegenheit zu Beobachtungen beim Absterben (s. unten).

Zur Dunkelfeldbeleuchtung benützte ich den Kardoid-Kondensor von *Zeiss*. Zur Beleuchtung wurde eine gewöhnliche Mikroskopierlampe bzw. zu photographischen Aufnahmen eine Pointlite-Lampe benützt. Photographische Aufnahmen haben wir mittelst dem Phoku-Apparat gemacht. Ferner wurden einige Mikrokino-Aufnahmen, mittelst Leitz-Ica, mit durchfallendem Licht gemacht. Zur mikroskopischen Beobachtung im Dunkelfelde wurde *Zeiss*-Objektiv 10 und 20 und Okular 15 benützt, (Vergr. 150—300); gelegentlich auch stärkere Systeme. Dabei verliert aber das Objekt an Lichtstärke so, dass keine weiteren Einzelheiten zu sehen waren. Die meisten Beobachtungen sind mit Objektiv 10 ausgeführt, also bei einer 150fachen Vergrösserung, wobei die ungetrennte Kommissur das ganze Gesichtsfeld durchzieht. Vielfach benützte ich Binocular-Einrichtung, was grosse Erleichterung bedeutete.

Bei der Dunkelfeldbeleuchtung sieht man nur die Konturen des Kopfes, als glänzende Linien. Irgend ein Integument ist nicht zu sehen. Auch das Innere des ganzen Kopfes ist, abgesehen vom Auge und Nervensystem, optisch vollkommen klar. Nur gelegentlich ziehen einzelne glänzende Körper, Blutzellen, durch das Gesichtsfeld.

Das am vorderen Ende des Körpers sitzende glänzende, mächtige Auge, welches die ganze Spitze des Kopfes ausfüllt, macht fortwährend rollende Bewegungen, durch Wirkung der gut sichtbaren Augenmuskeln. Das Ganglion opticum und das Oberschlundganglion, welche daran gewachsen sind, machen diese Bewegungen mit. Herr *Siedentop* (Kiel) hat mich zuerst auf diese, höchst auffallende Erscheinung aufmerksam gemacht, die niemand entgeht, der den Kopf des Tieres im Leben beobachtet. Auch der grosse Nervenstrang, macht dabei grosse schlängelnde und schleudernde Bewegungen. Bald wird er straff angespannt, bald wieder Wellenförmig entspannt. Es scheint, dass die Körperflüssigkeit, welche das Innere des Tieres ausfüllt, gar keinen Widerstand diesen Bewegungen gegenüber entfaltet. Der Nerv flottiert frei in ihr. Diese Bewegungen haben für uns die Bedeutung, dass sie einesteils die Beobachtung erschweren, andererseits zu besonderen Bedenken, bezüglich der Erklärung der folgenden Beobachtung Anlass geben. In Abb. 2. sind eine Reihe von Aufnahmen aus einem Mikro-Kino-Film wiedergegeben, welche diese Bewegungen deutlich zeigen. (S. 227.)

Das ultramikroskopische Bild des Nerven ist das folgende: Man sieht eine sehr

feine körnige Struktur mit etwas längs gerichteter Streifung. Auffallend ist jedoch eine sehr deutliche quere Streifung. Abb. 3. zeigt diese sehr deutlich. Sie ist absolut gleichförmig und setzt sich auch in die geteilten Connective fort. Die Beobachtung dieser Streifung ist sehr auffallend. Sie wurde immer wieder zahlreichen Kollegen demonstriert und von allen sogleich gesehen.

Das Auffallende ist nun, dass von Zeit zu Zeit diese Streifung plötzlich vollständig verschwindet und dann der ganze Nerv kontinuierlich gleichmässig gekörnt ist. (Abb. 4.) Auch dieses Verschwinden lässt sich leicht und sicher beobachten. Es hängt gewöhnlich, vielleicht immer, mit einer Bewegung des Auges, und damit des Gehirns und anschliessend des Nerven zusammen. Nachdem diese plötzlichen, ruckweisen Augenbewegungen jedenfalls der Ausdruck einer starken Erregung des Tieres sind, ist zweierlei möglich, entweder ist ihr Verschwinden mit der Erregung, oder mit der Bewegung des Nerven in Zusammenhang zu bringen.

Über die Grösse dieser queren Streifen habe ich mir die folgenden Aufzeichnungen gemacht. Die leuchtenden und nicht leuchtenden Streifen sind etwa gleich gross und haben eine Breite von 2 μ. Sie würden also weit innerhalb der Grenze der Sichtbarkeit mittelst gewöhnlichem Mikroskop stehen, welches bekanntlich noch Teilchen von 0·14 μ zeigt. Mit gewöhnlichem Mikroskop ist jedoch von dieser Struktur nichts zu bemerken und auch bisher nicht beschrieben. Es handelt sich eben um eine verschieden dichte Verteilung von nur ultramikroskopisch sichtbaren Teilchen, von viel feinerer Korngrösse. Die Erscheinung ist also so zu erklären, dass Teilchen, deren Sichtbarkeit nur ultramikroskopisch ist, in abwechselnd dichteren und weniger dichteren Reihen von je 2 μ Dicke stehen.

Während das ganze Körperinnere des Kopfes von Leptodora, kolloidchemisch betrachtet, als ein optisch leeres, hydrophiles Kolloid aufzufassen ist, besteht also der Nervenstrang innerhalb dieses, als Suspensionskolloid mit einer Ultrastruktur, welche abwechselnd dichtere und weniger dichtere Verteilung zeigt.

Wenn das Tier stirbt, so sieht man eine sehr charakteristische Änderung des ultramikroskopischen Bildes. Der Tod tritt unter dem Deckglas innerhalb 30—60′ ein. Die Bewegung der Füsse hört nach und nach auf. Die zuckenden Bewegungen des Auges dauern gewöhnlich noch recht lange. Das Herz steht still, die Bewegung der Blutkörperchen im Körperhohlraum hört auf. Bereits nach einigen Minuten, nachdem das Herz stillsteht, sieht man auffallende Änderungen der Ultrastruktur am Nervenstrang.

Die Beobachtung desselben ist im letzten Stadium des Lebens leicht, denn er wird nicht bewegt und die ultramikroskopische Querstreifung ist sehr deutlich sichtbar. Plötzlich sieht man die Streifung verschwinden. Der Nervenstrang hat noch seine gleichmässige Form. Im Inneren zeigt er eine feine Körnung, aber keine Streifen sind mehr da, ebenso, wie man es von Zeit zu Zeit beim lebenden Tier sah.

Dann beobachtet man wie die Körnchen grösser und grösser werden. Gleichzeitig beginnen sie deutliche Brown'sche Molekularbewegung zu zeigen. Alles dies spielt sich im Laufe von 5—10 Minuten, nach Eintritt des Todes, dem Aufhören der Bewegungen, ab. Man sieht, wie der Tod eine Änderung im Dispersitätsgrade der Kolloide

des Nervensystems mit sich bringt. Eine überraschend deutliche Demonstration zwischen der Struktur lebender und toter Materie!

Wartet man noch weiter 15—20 Minuten, so sieht man den Nervenstrang überall vakuolig anschwellen und gleichzeitig wird er breiter. Abb. 5 und 6. Auch im Ganglion sieht man jetzt grobe Körnchen und grosse Vakuolen auftreten. Die einheitlich feinkörnige Ultrastruktur ist in eine grobkörnige Masse umgeändert. Gelegentlich sah ich in diesem Stadium innerhalb des Nervenstranges eine Strömung von Flüssigkeit, welche kleinere und grössere Teilchen mit sich schleppte. Die Strömung fand von der Peripherie in der Richtung nach dem Oberschlundganglion zu statt und machte den Eindruck, dass sie innerhalb einer, den Nervenstrang umfassenden feinsten Hülle vor sich geht.

Weitere Versuche wurden über die Wirkung der Narkose auf die Ultrastruktur dieser Nerven ausgeführt. Hiezu wurden Vorversuche über die Wirkung von Alkohol, Aether, Cocain gemacht. Am besten ist 2% Aether. Er narkotisiert die Tiere in wenigen Sekunden, ohne aber die Herzbewegungen zu stören. 5% führt zu Herzstillstand, der aber durch Auswaschen reversibel ist. Cocain ist in 0·5% Lösung wirksam, führt aber bald zu Herzstillstand. Wechselt man sofort das Wasser, so ist nach 15′ oder mehr die Herzfunktion wieder vorhanden und das Tier erwacht. Alkohol wirkt in 10% Lösung narkotisch und ist selbst in 20% Lösung noch reversibel.

Der Eintritt der Narkose ist leicht zu konstatieren, denn das Tier hört mit den Augenbewegungen auf und dadurch wird auch der Nervenstrang nicht mehr bewegt. Gleichzeitig sah ich in mehreren Fällen die quere Streifung des ultramikroskopischen Bildes verschwinden, oder undeutlich werden. Endgültiges über diesen wichtigen Punkt liess sich aber nicht aussagen.

In den vorangehenden Untersuchungen wurde also ein Objekt gefunden, welches sich — wie kaum noch eines — zur mikroskopischen Beobachtung der Nerven im Lebenden eignet.

Es gelang an dem Hauptnervenstrang dieses Tieres eine nur ultramikroskopisch sichtbare Struktur zu entdecken. Der aus Längsfibrillen zusammengesetzte Strang zeigt im ultramikroskopischen Bilde eine klare quere Streifung. Diese verschwindet sofort, wenn das Tier abstirbt. Auch im Leben sieht man sie innerhalb Sekunden bald deutlich, bald aber plötzlich verschwinden und momentan wieder erscheinen. Auch in der Narkose scheint sie häufig zu fehlen. Die ultramikroskopische Beobachtung des absterbenden Nervensystems zeigt eine vollkommene Auflösung dieser feinen Struktur. Es entstehen grobe Körnchen und Vakuolen sowohl im Nervenstrang, wie in den Ganglien. All dies spielt sich innerhalb von Minuten nach dem Eintritt des Todes ab.

Die Frage ist nun, welche Bedeutung diese Ultrastruktur hat. Ein möglicher Einwand wäre, dass es sich um eine optische Täuschung handelt. Das ist auszuschliessen, denn weder an den Antennen noch am Körperrand des Tieres, welche ultramikroskopisch auch zu sehen sind, ist etwas derartiges bemerkbar.

Merkwürdig ist, dass die ultramikroskopische Streifung durch die ganze Breite des Nervenstranges geht. Entweder sind also die Fibrillen von gleichmässiger Struktur, oder aber ist diese Streifung nicht im Inneren der Fibrillen, sondern ausserhalb, auf einer Hülle, welche eventuell alle diese zusammenfasst, vorhanden. Von dieser Hülle

ist allerdings bei direkter Beobachtung nichts zu bemerken. (S. jedoch oben!) Man gewinnt durchaus den Eindruck, dass die Ultrastruktur sich durch die ganze Dicke des Nervenstranges durchsetzt.

Das Verschwinden der Ultrastruktur, welche von Zeit zu Zeit zustande kommt, wäre auf zweierlei Weise erklärbar. Falls es nur eine Eigenschaft einer Membran wäre, welche den Nerven umgibt, so könnte die Streifung mit den Änderungen der Spannung in Zusammenhang stehen, welche dadurch zustande kommt, dass beim Bewegen des Nervensystems (infolge von Augenbewegungen) die Membran abwechselnd gerunzelt und gespannt wird. Die Runzelung könnte ihren Ausdruck in der ultramikroskopischen Streifung haben. Gegen diese Erklärung spricht, dass mit anderen mikroskopischen Methoden eine solche Membran nicht sichtbar ist; ganz ausschliessen kann ich diese Erklärung noch nicht. Ich denke dabei besonders an Möglichkeiten, wie sie von *Heringa*, *Schmidt*, *Gavrilescu* und *Ettisch* und *Szegvári*[8] berührt worden sind. In dieser Richtung wird unsere Arbeit fortgesetzt.

Falls wir aber im Laufe weiterer Untersuchungen zu dem Beweis kommen, dass das sicher nicht der Fall ist, dann bleibt nur die Erklärung, dass wir hier tatsächlich eine abwechselnd dichte und weniger dichte Verteilung ultramikroskopischer Teilchen in den Nervenfibrillen sehen. Das Verschwinden und Wiederauftauchen der Ultrastruktur könnte dann ein Ausdruck der durch den Nerven fliessenden Erregungswellen sein. Jedenfalls ist es sehr auffallend, dass das erste Zeichen des Todes und vielleicht auch der tiefen Narkose, das Verschwinden dieser Ultrastruktur ist. Weitere Beobachtungen im nächsten Sommer sollen uns der Entscheidung näher bringen. Die Methode der Dunkelfeldbeobachtung des Nervens und dieses vorzügliche Objekt zu diesen Studien, verspricht noch manche neuen Befunde.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *Höber*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 133, 254. 1910. — *Höber*, Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. 6. Aufl., S. 660. 1926.

[2] *Auerbach*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 143, 574. 1912.

[3] *Wilke und Atzler*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 142, 372. 1911.

[4] *Ettisch, G. und J. Jockims*, Dunkelfeld-Untersuchungen am überlebenden Nerven 1. Mitteilung. Die Wirkung von Elektrolyten. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie. B. 215. S. 519. 1927. II. Mitteilung. Die Wirkung von Nichtelektrolyten. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. B. 215. S. 675. 1927. — *Ettisch G*., „Protoplasma" 1, H. 2.

[5] *Spiegel E. A.*, Quellung und Doppelbrechung der Markscheide. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 192. H. 4/6. S. 225. — *Spiegel E. A.*, Der Einfluss der Narkotica auf die Anisotropie des Nervenmarks. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. B. 192. 240. — *Spiegel E. A.*, Die physikalische Veränderung der Markscheide im Beginne der Waller'schen Degeneration. Beiträge zur pathol. Anat. u. zur allg. Pathol. B. 70. 1922. — *Spiegel E. A.*, Zur Doppelbrechung des Nervenmarks. Zeitschr. f. mikroskopische Technik. B. 41. S. 383—384. 1924.

[6] *Göthlin*, Svenska Akad. Handl. 51. 1913. — S. ferner: *W. J. Schmidt*, Die Bausteine des Tierkörpers im polarisierten Licht.

[7] *Gerschler M. W.*, Archiv für Hydrobiologie. Bd. VI. 415. 1912. u. VII. 63. 1912. — Monographie der Leptodora (Kindtii, Focke). S. ferner bezüglich der Anatomie des Nervensystems: *Wiedersheim*, Anat. Anz. V. 23. 1890. — *Samassa*, Anat. Anz. 1891. — *Carlton*. Anat. Anz. XIII. 1897. — *Samassa*, Arch. f. Mikr. Anat. 38. 100. 1891.

[8] *Heringa, G. C.* u. *H. A. Lohr*, Kon. Akad. d. Wet. Amsterdam. 35. 756. — *Heringa, G. C.* u. *M. Minnaert*, Kon. Akad. d. Wet. Amsterdam. 35. 763. 1926. — *Schmidt*, Ztschr. f. wiss. Mikr. 41, 29 383. 1924. — *Garrilescu*, Ber. ü. d. ges. Phys. *38*. 121. — *Ettisch* und *Szegvári*, Protoplasma. 1. 214. 1926.

ÁBRÁK.

1. Kombinált felvétel, amely az egész idegtörzset mutatja.
2. Filmfelvételek, melyek az idegrendszer mozgását mutatják.
3. Sötétlátóteres felvétel. A harántcsíkolat jól látható.
4. U. a. néhány másodperccel később. A harántcsíkolat eltűnt.
5. U. a. Az idegrendszer. elhal. Durva szemcseképződés.
6. U. a. még későbbi stádium.

ABBILDUNGEN.

1. Kombinierte Aufnahme, welche den ganzen Verlauf des Nervenstranges zeigt.
2. Filmaufnahmen, welche die Bewegung des Nervenstranges zeigen.
3. Dunkelfeld-Photographie. Die feine Querstreifung ist gut sichtbar.
4. Dasselbe, einige Sekunden später. Die Querstreifung ist verschwunden.
5. Dunkelfeld-Photo. Absterben des Nervensystems; grobe Körnchenbildung.
6. Dasselbe noch etwas später.

EGY EGYSZERŰ ELJÁRÁS A KYMOGRAFION-FORGÁS SZABÁLYOZÁSÁRA.

Irta: Dr. V. Méhes Gyula.

Olyan fiziológiai és farmakológiai kísérleteknél, amelyeknél az eredmények rögzítésére kymografiont használunk, sokszor szükséges, hogy a kymografion hengere egészen lassan mozogjon. Különösen szükséges ez az olyan periodikus mozgások rögzítésénél, ahol az egyes kitérések, összehúzódások aránylag hosszú idő mulva követik egymást, mint például békagyomor, bélkacsok, uterus stb. mozgásainál.

A legtöbb kymografionnál azonban az egész lassú forgást sokszor nem tudjuk a szabályozószerkezettel elérni, a kívánt lassúság elérésére segédeszközöket kell igénybe venni. Azoknál a kymografionoknál, amelyeknél a forgás gyorsaságának a szabályozására szélvitorla van felszerelve, csökkenthető a gyorsaság ama ismeretes módon, hogy a szélvitorlára kemény kártyapapírból egy pótlékot teszünk és így a vitorla felületét nagyobbítjuk. De sokszor ez sem elegendő.

Békagyomron végzett kísérleteim közben, az eredmények pontosabb áttekinthetősége miatt, nekem is szükségem volt egészen lassú kymografion-forgásra. A használt *Zuntz*-féle szélvitorlás kymografion (E. Zimmermann, Leipzig. No. 2505.) forgását kártyalappal kellőképen csökkenteni nem tudtam, czért a mellékelt ábrán (1.) látható *a)* egyszerű rúgós ellenállást szereltem fel, mellyel sikerült a legkisebb forgássebességét is még 100%-kal csökkentenem, anélkül, hogy ezáltal a dob forgásának egyenletességében változás állott volna be. Ez az eredmény s az eljárás felette egyszerű volta késztet arra, hogy erről beszámoljak.

Egy vastagabb egyenes acéldrót, kötőtű, vagy — mint azt én is csináltam — egy vastagabb fémszonda egyik végére egy varrótűt erősítünk, s a másik végénél fogva alkalmas szorítóval statívra erősítjük. A statív előre-hátra tologatásával a varrótűt a szélvitorla nyeléhez gyengébben vagy erősebben hozzászorítjuk. A varrótű csekély súrlódási felületet képezvén, a vitorla forgását gyengébb odaszorításnál meg nem akadályozza, de forgásgyorsaságát erősen fékezi. A megfelelő finom beállítás jobban és hamarább sikerül, ha a drótot, kötőtűt stb. egy csavarral forgatható statívra szereljük. A forgás természetesen csak akkor lesz egyenletes, ha nem túlságosan erősen szorítottuk oda a tűt és úgy a tű, mint a vitorla nyele egészen síma, rozsdamentes. Célszerű az egészen símának látszó vitorlanyelet is vazelinnel bekenni.

A mellékelt időjelzések (2. ábra) illusztrálják a kymografion forgásának a gyorsaságát különböző szabályozóellenállás felszerelése után. Időjelzés: 1, 2, 3, 4-nél 10″, 5, 6-nál 5″.

1. A gyár által szállított legnagyobb szélvitorla alkalmazva, az áttétel a legszélsőbb állásba hozva Segédeszköz igénybevétele nélkül ez tehát az elérhető legkisebb forgássebesség.

2-nél a szélvitorlára már kártyapapír is van szerelve, az ellenállást képező felület tehát meg van nagyobbítva.

Látható, hogy a vitorla felületét nagyobbító pótlék — amelynél nagyobbat már alkalmazni nem lehet — alig befolyásolta a forgás gyorsaságát. Az általam alkalmazott — előbb ismertetett — szabályozó ellenállás ellenben, miként azt a 3. és 4. sz. időjelzés mutatja, az előbbi gyorsaságot több mint felére csökkentette. Ugyanezt szemlélteti az 5. és 6. sz. időjelzés is, ahol minden vonás 5″-et jelez. Az 5. kártyapapírpótlékkal elérhető legkisebb forgás mellett lett felvéve, míg a 6.-nál a leírt ellenállást is használtam.

Ha mérjük az időt, amely alatt a kymografion dobja egyszer körülfordul, a következő értékeket kapjuk: A szélvitorlára papírtoldalék erősítve:

Egy körülfordulás 36′ 12″.

A rúgós szabályozó is felszerelve:

Egy körülfordulás 69′ 06″.

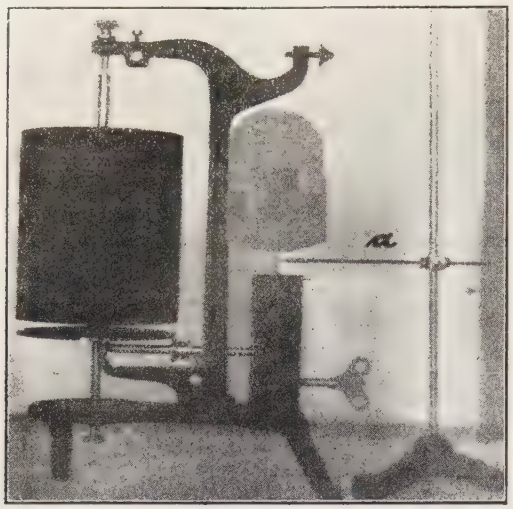


Abb. 1. ábra.

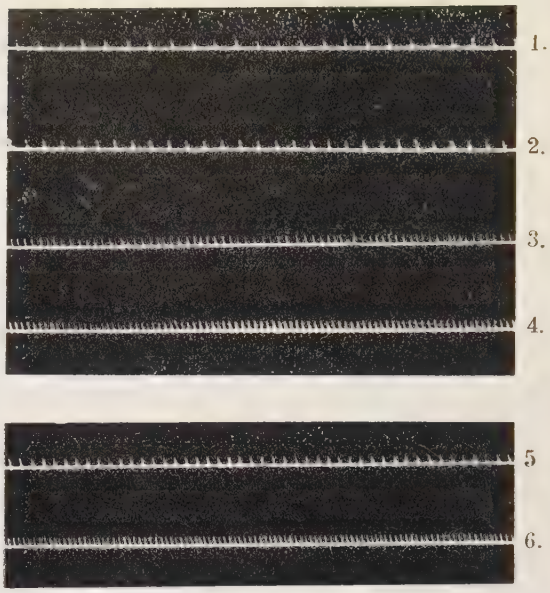


Abb. 2. ábra.

EINE EINFACHE METHODE ZUR REGULIERUNG DER UMDREHUNGSGESCHWINDIGKEIT DES KYMOGRAPHION.

Von Dr. Julius von Méhes.

Bei den meisten Modellen der Kymographien bereitet es Schwierigkeit, neben rascher Umdrehung auch ganz langsame Umdrehungsgeschwindigkeit zu bekommen. Man hilft sich gewöhnlich so, dass man die Windfahne vergrössert, eventuell dadurch, dass man auf die käuflichen Windfahnen noch eine Pappendeckelvergrösserung aufsetzt Eine weitere Verlangsamung gelang auf die folgende Weise, wie ich das bei einem Kymographion mit Windfahne nach *Zuntz* (Zimmermann, Leipzig. 2505) gemacht habe. Die Einfachheit der Methode und dass damit gute Resultate erreicht wurden, veranlasst mich, sie mitzuteilen.

An das Ende eines dicken Stahldrates (Stricknadel oder Sonde) wurde eine Nähnadel angelötet. Der Stahldraht wurde an ein Stativ geklemmt. Mit Vorteil kann man ein Stativ mit drehbarer Feineinstellung benützen. Nun wird die Nähnadel an die Achse des Windrades angedrückt. Es gelingt dieselbe so fein anzuschmiegen, dass die Bewegung des Windrades wesentlich verlangsamt und dabei doch ganz gleichmässig wird. Eine gleichmässige Umdrehung ist allerdings nur dann möglich, wenn die Windradachse ganz glatt und rostfrei ist. Es hat sich als zweckmässig erwiesen, dieselbe mit Vaselin fein anzufetten. Es gelingt auf diese Weise ohne Schwierigkeit die Umdrehung um 100% zu verlangsamen, wie die folgenden Abbildungen zeigen.

ABBILDUNGEN.

1. Umdrehungsgeschwindigkeit bei langsamstem fabriksmässigem Gang.
2. Umdrehungsgeschwindigkeit nach maximaler Vergrösserung der Fahne mit Papier.
3—4. Die Verlangsamung nach Nadelreibung.
5. Nur mit vergrösserter Fahne.
6. Dasselbe mit dem Nadelwiderstand. 1—4 Zeitmarke 10 Sek. 5—6 Zeitmarke 5 Sek.

Die Abbildungen zeigen vollständig gleichmässige Umdrehung.

A RÁK ELEKTROKARDIOGRAMMJA.

Irta: Dr. Verzár Frigyes és Ludány György.

A folyami rák elektrokardiogrammját *Hoffmann P.* írta le.[1] Szerinte ez tetanus, ami a gerinces állatok elektrokardiogrammjaitól merően eltér. Ezért tartottuk érdemesnek, hogy erről újabb tapasztalatokat gyüjtsünk.

METODIKA.

Kísérleteinkhez nagy balatoni rákokat használtunk. (Potamobius (astacus) leptodactylus Esch.) Az állatot szorítóval egy üveglapra rögzítettük és a szíve fölött hátpáncélját narkózis nélkül eltávolítottuk. Levezetésül részben Ag—Ag Cl -tűelektródok szolgáltak, részben Cu—Cu SO_4-elektródok, melyek konyhasós fonál útján érintkeztek a preparátummal. A levezetés a szív-bázisról és a csúcsról történt. Megkíséreltük a jobbról és balról való levezetést is, de lényegében mindig ugyanazt az elektro kardiogramm-formát kaptuk. Regisztráló eszközként a „Cambridge Scientific Instrument Co." nagy húros galvanométere szolgált.* (Görbéinken egy vékonyabb függőleges vonal jelent $^1/_{25}$ másodpercet.)

KÍSÉRLETEK.

A következő ábrák egyes példákat mutatnak a regisztrált elektrokardiogrammokból. Ezekből az tűnik ki, hogy mi is kaptunk a tetanus látszatát keltő görbéket, de ezek fiziológiásnak egyáltalában nem tekinthetők. Az elektrokardiogrammjainkat a szív feltárása után különböző időkben vettük fel.

A XXXV. 1. kísérletben nem polározó NaCl-elektródokat használtunk. A rögtön a preparálás után történt felvétel egyfázisú működési áramot mutat. 2/a, b, c ugyanazt az elektrokardiogrammot mutatja, de különböző érzékenységgel. A húr kisebb érzékenysége, de gyorsabb reakcióképessége mellett ez az egyfázisos forma egy több hullámra oszló elektrokardiogrammra bomlik. Minden nehézség nélkül felismerhetjük ezeken a görbéken a használatos nomenklatura szerint R- és T-hullámokat. P nem mindig látható, s igen gyakran összefolyik R-el. (Lásd a következő kísérleteket.) Gyorsabb regisztrálásnál többször látszik, hogy T több hullámból áll. (3/c.)

Ezután két órát vártunk, mialatt a szív erősen szenvedett. Az ezután felvett elektrokardiogramm érdekes, karakterisztikus változást mutat. P kifejezettebb lesz

* Az itt használt húros galvanométert a Természettudományi Kutató Alap segítségével szereztük be a debreceni egyetem élettani intézete részére.

(XXXV. 4/b.) és már nem olvad össze R-el, hanem attól rendesen egy nagy Q-nak megfelelő hullám választja el. Az R egyenesen T-be megy át. A legfeltűnőbb változást azonban mégis T mutatja, midőn egy egész sor, másodpercenként tizes ritmusú hullámra bomlik. (4/b.) A következő változás azután az, hogy ez a hullámsor az 0-vonaltól való felemelkedés nélkül folyik le. A T-hullám tehát egy szív-fibrillációnak felel meg (5/b).

XXXII. kísérlet: Itt szintén egészen friss állatnál Ag—Ag Cl -tűelektródokat használva, melyeket a bázisnál és a csúcsnál a perikardiumba szúrtunk be, vezettünk le. Ismét ugyanazt a típust látjuk. R meredeken emelkedik, mielőtt a görbe elérné ismét a 0-vonalat, létrejön T. Ezután néha egy fordított hullám következik. (2/a.) Helyenként az R-hullám előtt egy kis P-hullám is látható. (XXXII. 2/b.) 2½ órán keresztül ez a típus nem változott. Biztosan mondható tehát, hogy a friss, normális szív elektrokardiogrammja nem tetanus-jellegű.

Amíg friss állatok az elektrokardiogrammnak ezt a formáját adják, addig haldokló, rossz állapotban lévő, vagy elvérző állatoknál szembetűnő a T-hullámnak számos, apró hullámra való bomlása; például szolgálhat a XXXI. c-kísérlet.

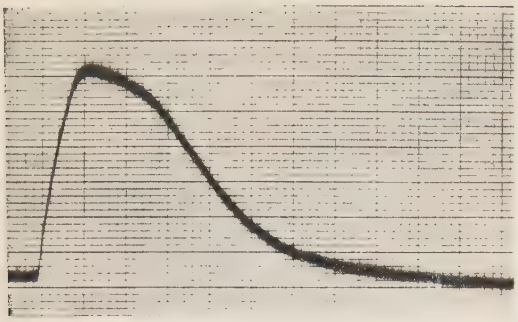
A legszebb tetanusokat egy 45 perccel a felvétel előtt preparált szívről kaptuk, mely kb. 16 kontrakciót végzett percenként, igen változó ritmusban. (XIX. kísérlet.) P az R felszálló szárán felismerhető, míg T másodpercenként 15-ös ritmusú rezgésekre bomlik, melyek közt nagyobb hullámokat is láthatunk. A különböző levezetéseknél, mint bázis-jobb, bázis-bal, az Ekg. típusa teljesen ugyanaz maradt. (XXVII., XXVIII. kísérlet, amely nincs reprodukálva.) Itt is tehát a tetanusok csak akkor jelentek meg, amikor a szív már szenvedett.

Arra az eredményre jutunk tehát, hogy ha egészen friss állapotban a szívet in situ vizsgáljuk, gyorsan reagáló, kisebb érzékenységű húrral regisztrálva, az Ekg, P, R, T hullámokra bomlik. P többnyire R emelkedő szárára esik. Csak ha a szivet valami megviselte, vagy kimerült, válik P és R feltűnően szét. A második változás ilyenkor az, hogy a T-hullám szétesik, 6—16 hullámra másodpercenként, ami az emlősszívek fibrillálásához hasonlítható. Ez azonban már pathológiásnak tekintendő. Ha *Hoffmann P.* mindig „tetanusokat" látott, az csak úgy lehetséges, hogy sérült szíven dolgozott (monofázisos levezetés és kipreparált, vagy pedig mesterségesen átáramoltatott szívek). Ezek a szívek mind erősen szenvedtek, innen származik a disszociációként jelentkező tetanusszerű fibrilláció.

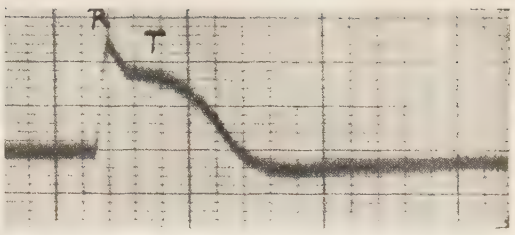
Hoffmann P. munkájában leközölt Ekg.-ok közül az 5. ábra éppen úgy magyarázható, mint a mi XXXV. 1. kísérletünk. A 2. és 3. ábra szintén mutatja az R emelkedő szárán levő P-t, viszont a T is 4—5 külön hullámra bomlott. A 4. ábra pedig megfelel a XXXV. 4/b. kísérletünknek. Nincsenek saját tapasztalataink kipreparált szív Ekg.-járól. A *Hoffmann P.* által leközölt görbe azonban megfelel az általunk in situ kapott súlyosan megviselt s kimerült szív Ekg.-jának.

Arra az eredményre jutunk tehát, hogy a nagyon érzékeny Astacus-szív igen egyszerű Ekg.-t ad, amely 3 hullámra vezethető vissza. Ha a szív kissé szenved, különösen a T-hullám disszociációja következik be, ami abban áll, hogy másodpercenként 6—16 hullámra bomlik. Ha a szív már lassan ver, a T-hullámnak megfelelő ezen hullámsor igen hosszú és kamraremegés (fibrillatio ventriculi) látszatát kelti.

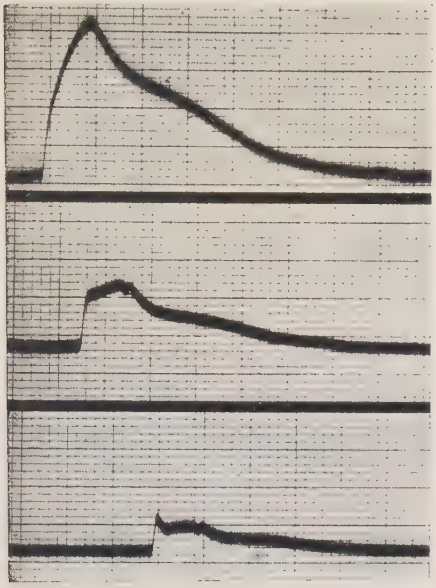
Ábrák.



XXXV. 1.



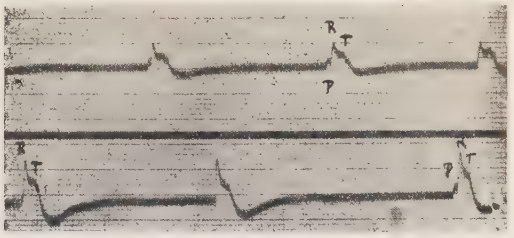
XXXII. 2 *a*



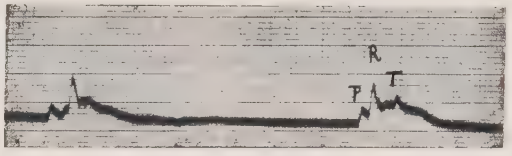
2 *a*

2 *b*

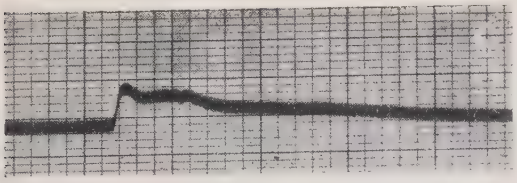
2 *c*



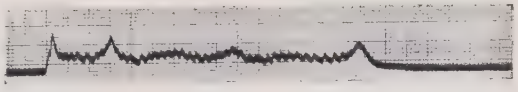
XXXII. 2 *b*



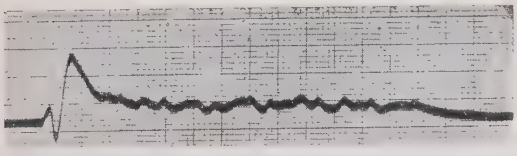
XXXI. *c*



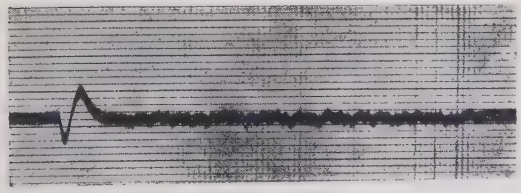
3 *c*



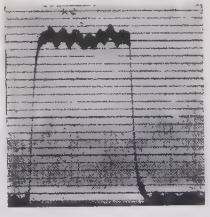
XIX.



4 *b*



5 *a*



Érzékenységmeghatározás (Eichung.) 1 mV.

Az astacus Ekg.-jának tetanusnak nevezett disszociációja tehát egy pathológiás állapot. Egészen fiziológiás körülmények között az Ekg. sokkal egyszerűbb és olyan hullámokból áll, amelyek — a szokásos nomenklatura szerint — P, R, T-vel jelölhetők.

DAS ELEKTROKARDIOGRAMM DES SUMPFKREBSES.

Von Dr. F. Verzár und G. von Ludány

Das EKG von Astacus ist aus einer Arbeit von *P. Hoffmann*[1] bekannt. Er beschreibt es als einen Tetanus, was also vollkommen von dem der Wirbeltiere abweicht. Es schien uns deshalb von Interesse hierüber weitere Erfahrungen zu sammeln.

METHODIK.

Zu diesen Untersuchungen wurden grosse Exemplare von Potamobius (astacus) leptodactylus Esch. benützt. Ohne Narkose wurde der Rückenpanzer entfernt. Das Tier wurde mittelst einer Klemme auf einer Glasplatte befestigt. Zur Ableitung benützten wir teils Ag-AgCl Nadelelektroden, zum Teil Cu-$CuSO_4$ Elektroden, die durch Kochsalzton und einen Kochsalzfaden mit dem Objekt verbunden waren.

Die Ableitung geschah von Basis und Spitze. Wir haben zwar auch von rechts und links abgeleitet, aber im wesentlichen immer die gleiche Form des Ekg bekommen.

Die Registrierung geschah mit dem grossen Saitengalvanometer der „Cambridge Scientific Instrument Co." (In allen Kurven bedeutet 1 Tstr. = $^1/_{25}$ Sek.)

VERSUCHE.

Die Abbildungen zeigen einzelne Beispiele der Kurven, welche wir erhielten. Es geht daraus hervor, dass wir zwar auch Ekg-e bekamen, welche den Eindruck eines Tetanus machen, dass diese aber nicht als physiologisch zu betrachten sind.

Das Ekg haben wir in verschieden langer Zeit nach der Präparation des Herzens aufgenommen.

In Versuch XXXV. ist zuerst das Ekg mit Ableitung mit unpolarisierbaren Kochsalzelektroden wiedergegeben. Die erste Aufnahme, sogleich nach der Präparation, zeigt einen einphasischen Aktionsstrom. 2/a, b, c zeigt dasselbe Ekg mit verschiedener Empfindlichkeit. Bei geringer Empfindlichkeit und rascher Saiten-Reaktion wird aus der einphasischen Form ein in mehrere Wellen sich auflösendes Ekg. Es macht keine Schwierigkeiten auf demselben Wellen zu erkennen, welche man im Anschluss an die übliche Nomenklatur Mit R und T bezeichnen könnte. P ist nicht immer sichtbar (siehe die nächsten Versuche) und verschwimmt oft mit R. Bei rascher Registrierung scheint T öfters aus mehreren Wellen zu bestehen. (3/c.)

Nun wurde über 2 Stunden gewartet. Dabei leidet das Herz sicher und ändert sich das Ekg in sehr charakteristischer Weise.

P wird deutlich (XXXV. 4/b.) und verschwimmt nicht mehr mit R, sondern ist davon gewöhnlich durch eine Q-Welle getrennt und R geht direkt über in T. Die auffallendste Änderung hat T durchgemacht, das sich in eine Reihe von Wellen, etwa 10 Wellen pro Sek., auflöst. Die weitere Entwicklung ist dann die, dass diese Wellenreihe sich ohne Erhebung von der O Linie abspielt. (5/b.) Die Welle T entspricht also einer Fibrillation des Herzens.

In Versuch XXXII wurde ebenfalls am ganz frischen Tier, jedoch mit Ag-AgCl -Nadeln abgeleitet, welche an Basis und Spitze in das Pericard eingestochen wurden. Es ist sicher, dass das Ekg des frischen, normalen Herzens keinen Tetanus-Typus zeigt. R steigt steil an. Ehe es wieder die O-Linie erreicht, sieht man die Welle T. Auf diese folgt manchmal eine umgekehrte Welle. (2a.) Gelegentlich war vor R eine kleine P-Welle zu sehen. (XXXII. 2/b.) Innerhalb 2½ Stunden hat sich dieser Typus nicht geändert.

Während also frische Tiere diese Form des Ekg gaben, fand sich bei allen sterbenden, in schlechtem Zustande befindlichen, verblutenden Tieren, die Auflösung von T in zahlreiche Zacken. Als Beispiel diene Versuch *XXXI c.*

Die schönsten „Tetani" erhielten wir an einem Herz, das vor 15 Minuten präpariert war und etwa 16 Kontraktionen pro Minute ausführte, jedoch in sehr wechselndem Rhythmus (Versuch XIX.). P kann am aufsteigenden Ast von R vermutet werden, T zerfällt in eine Reihe von Wellen, in einem Rythmus von etwa 15 pro Sekunde, worunter manchmal grössere Wellen zu sehen sind.

Bei Ableitung von Basis-Spitze, bzw. Basis-Rechts, Basis-Links blieb der Typus des Ekg immer derselbe. (Versuch XXVII., XXVIII., nicht reproduziert.) Eiskühlung des Tieres (Versuch XXX., nicht reproduziert) gab wesentlich dasselbe. Es erschienen dieselben Tetani. Diese kommen aber erst, wenn das Herz gelitten hat.

Wir kommen also zu dem Resultat, dass das Ekg von Astacus sich bei Untersuchung ganz frischer Herzen in situ und Registrierung mit rasch reagierender Saite, bei geringer Empfindlichkeit, in mehrere Wellen: PRT auflösen lässt. P fällt meist in den aufsteigenden Schenkel von R. Erst wenn das Herz gelitten hat, trennt sich P auffallend von R.

Die zweite Änderung, wenn das Herz leidet, ist, dass die T-Welle in Einzelwellen zerfällt von etwa 6—16 pro Sekunde. Das sieht dem Flimmern des Säugerherzens ähnlich. Diese Erscheinung ist aber rein pathologisch.

Wenn *P. Hoffmann* immer „Tetani" gesehen hat, so kam das daher, dass er entweder am verletzten Herzen gearbeitet hat (monophasisch), oder am ausgeschnittenen, bzw. künstlich durchströmten Herz. Alle diese Herzen hatten aber bereits gelitten, daher kam die Dissoziation in tetanusähnliche Fibrillation.

Von den, in der Arbeit von *P. Hoffmann* abgebildeten Ekg scheint Fig.5 ebenso erklärbar zu sein, wie unser Versuch XXXV. 1. Fig. 2. und 3 zeigen die schwache P-Welle auf dem aufsteigenden Aste von R und T ist bereits in 4—5 Einzelwellen zerfallen. Auch Fig. 4 scheint identisch mit unserer XXXV. 4/b. an geschädigtem Herzen. Wir besitzen keine Erfahrung über das Ekg des herausgeschnittenen Herzens, doch ist das von *P. Hoffmann* abgebildete ganz identisch mit vorigem.

Wir kommen also zu dem Resultat, dass das äusserst empfindliche Herz von Astacus ein Ekg von sehr einfacher Beschaffenheit hat, indem es sich auf drei Wellen (PRT) zurückführen lässt. Bei geringer Schädigung kommt es zu einer Dissoziation, besonders der T-Welle, welche in zahlreiche kleine Wellen, im Rhythmus von 6—16 pro Sek. zerfällt. Das ist gewöhnlich der Fall, wenn das Herz schon langsam schlägt und dann ist dieser kleine Rhythmus, der T-Welle entstammend, sehr verlängert. Er macht den Eindruck eines Kammerflimmerns. Die als Tetanus bezeichnete Dissoziation des Ekg von Astacus ist also ein pathologischer Zustand.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *Hoffmann P.:* Ztschr. f. Biol. 1912. 59., 297.Über den Herzschlag des Flusskrebses etc.

A RÁK IDEG- ÉS IZOMMŰKÖDÉSI ÁRAMAI.

(Vizsgálatok a tónusos ingerületről az idegben VIII. közl.*)

Irta: Dr. Verzár Frigyes és Ludány György.

A rák izmait ismételten felhasználták már élettani kutatásokra. Sok tekintetben igen sajátságos viszonyokat mutatnak és alkalmasak fontos elvi kérdések eldöntésére. Itt csak a következő tapasztalatokat emeljük ki: *Biedermann*[1] észlelte először, hogy a ráknál minden izomrost két idegrosttal áll összeköttetésben, melyek közül az egyik gátló, a másik ingerlő. *Mangold*[2] ugyanezen kettős innervációt még számos más arthropodán is megtalálta. A legtöbb vizsgálata a rák ollóizmán történt. Igen sajátságos, hogy ezekhez csak nagyon kevés tengelyfonal vonul; egyes izmokhoz csak egy, vagy kettő. Ezek azonban rendkívül vastagok. *Hoffmann P.*[3] újabban ismét beigazolta ezt a kettős innervációt. Ezenkívül rámutatott még arra is, hogy a rákizom innervációja, ellentétben az emlősök izmaiéval, olyan, hogy az idegvégződés mindazokat a tulajdonságokat mutatja, amelyek utóbbiaknál csak az idegsejtre jellemzőek. Nevezetesen nem érvényes a ‚Minden vagy Semmi' törvénye, az ideg kifárad, fokozás és gátlás van. Az egyik legrégibb és legsajátságosabb kísérletet *Ewald*[4] végezte a rákolló izmain és az máig sincs megmagyarázva. Azt találta, hogy minden, az idegre gyakorolt gyenge inger extenziót (ollónyitást), minden erős inger pedig flexiót (ollózárást) okoz. E szerint a két izom különböző fajtájú ingerekre reagál. *P. Weiss*[5] nem régen az idegingerlés új theoriájában, mely szerint az izmok rezonátorok, bizonyos fajtájú idegingerekre, hivatkozott a rákolló esetére, mely ilyen lehetőségekre enged következtetni.

A gerinctelenek és ezek között a rák izmai feltünően mutatják a tónus tüneteit. Hosszú időn keresztül látszólag fáradás nélkül megrövidülve maradnak. Ezért tónusvizsgálatokra kitűnő objektumok. Számos vizsgálatban foglalkozott egyikünk[6] azzal a kérdéssel, hogy az idegben propagálódnak-e állandó természetű, nem ritmusosan megszakított hullámok is. Valóban talált is két tényt, amely amellett szól, hogy ilyen jelenségek vannak. Az egyik az általa DPW-nak jelzett folyamat, amelyet a gerincesek, az Octopus és az Eledone idegén észlelt eddig; ezt, mint az ideg tónusos innervációjának tünetét fogjuk fel. A másik tény az, hogy állandó áramok sok idegben nem transzformáltatnak ritmikus hullámokká és mind a mellett a periférián állandó természetű kontrakciók jönnek létre. Ezt mutattuk ki Eledone és Octopus köpenyizmán,[7] e füzetben pedig az Anodonta lábizmán.[8] A rák ollóidegén és izmain egyrészt azt kívántuk látni, hogy az idegben itt is propagálódik-e egy állandó változás, továbbá azt, hogy milyen feltételek között keletkezik állandó ingerek hatására flexió vagy extenzió és melyik az az ingertulajdonság, melyre a különböző izmok

* A természettudományi kutatóalap segítségével készült dolgozat.

reagálnak. E kísérletek egyrészt az ideg tónusos ingerületének a kérdéséhez, másrészt az Ewald-féle kísérlet magyarázatához kívántak betekintést adni és mint ilyenek folytatását képezik az említett sorozatos vizsgálatoknak.

METODIKA.

Kísérleteinkhez a balatoni rákot (Potamobius [astacus] leptodactylus) használtuk. Az olló flexorának és extensorának működési áramát húros galvanométerrel (Cambridge Sc. I. Co. modellje; 10.000 Ω-os platinázott húr) regisztráltuk. Az ingerlés platinaelektródokkal történt, a levezetés pedig Leduc-féle Ag-AgCl -tűelektródokkal. Polarizációs kísérletekben egyes esetekben Cu-$CuSO_4$ konyhasós-agyag-fonalelektródokat használtunk. Az olló mozgását vagy közvetlenül az árnyékkal regisztráltuk a mozgó fényképlemezen, vagy pedig az ollók végére kis drótokat erősítettünk, melyek élesebb vonalakat adtak. Az időjelzés epikotisterrel történt, melynek egy osztályrésze 0·04 sek. jelent, egy vastagabb vonal pedig 0·2 sek.

Ingerlési kísérleteinkhez az egyenáram hatását az ollóidegre úgy vizsgáltuk, hogy a kar alsó izeibe az ingerlésre használt platintűket egyszerűen beszúrtuk, anélkül, hogy az ideget kipreparáltuk volna. Ezáltal ott az ideget ingereljük és az olló záró-, illetve nyitóizmai reagálnak. Ha az ideg saját működési áramait vizsgáljuk, az ideget teljes hosszában óvatosan kipreparáljuk. két végét fonállal lekötjük és a nem polározó elektródokra fektetjük.

KISÉRLETEK.

I.

Az idegről egyenáram hatására levezethető áramok.

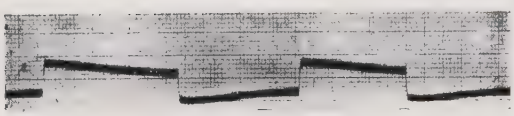


Abb. 1. ábra.

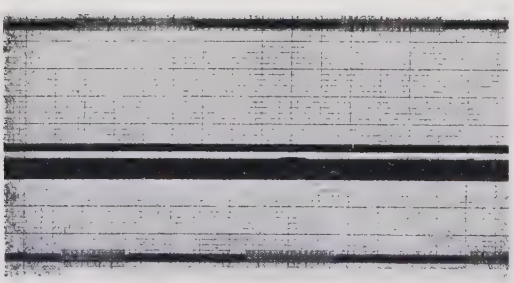


Abb. 2. ábra.

Ha egy rák ollóidegén 2—4 Volt feszültségű egyenáramot vezetünk keresztül, extrapoláris polarizációs áramokat kapunk, éppen úgy, mint a béka idegén. Ugyanakkor az ollóizmok az alább leírt módon összehúzódnak. E szerint az egyenáram változást idéz elő az idegen, amely azon lehaladva, az izomban kontrakciót indít meg. Ha az extrapoláris áramokat regisztráljuk, azt találjuk, hogy azok fokozatosan erősödnek vagy gyengülnek. A potenciálváltozás azonban mindig egyenletes, sohasem látunk egy ritmusos transformációt (1. ábra). Ugyanezt találtuk Eledonenál is. E szerint az idegben a polarizációnak egyenletes változása terjed tovább.

Megjegyzendő, hogy ezeknél az idegeknél DPW-hullámot sohasem láttunk. (2. ábra.) Ha az ideget polározzuk és közben induktóriummal ingereljük, a polarizációs áram nem csökken. Ilyen tekintetben ez az ideg eddig magában áll, mert eddig a DPW-hullámot még mindig (kutyánál, békán, Eledonen) megtaláltuk.

II.

Az ideg egyenárammal való ingerlésének hatása az izomra.

Az ollóidegek egyenárammal való ingerlésénél kontrakcióba kerül az olló flexora vagy extensora. Ez a kontrakció hosszú tartamú. Említettük, hogy gyenge

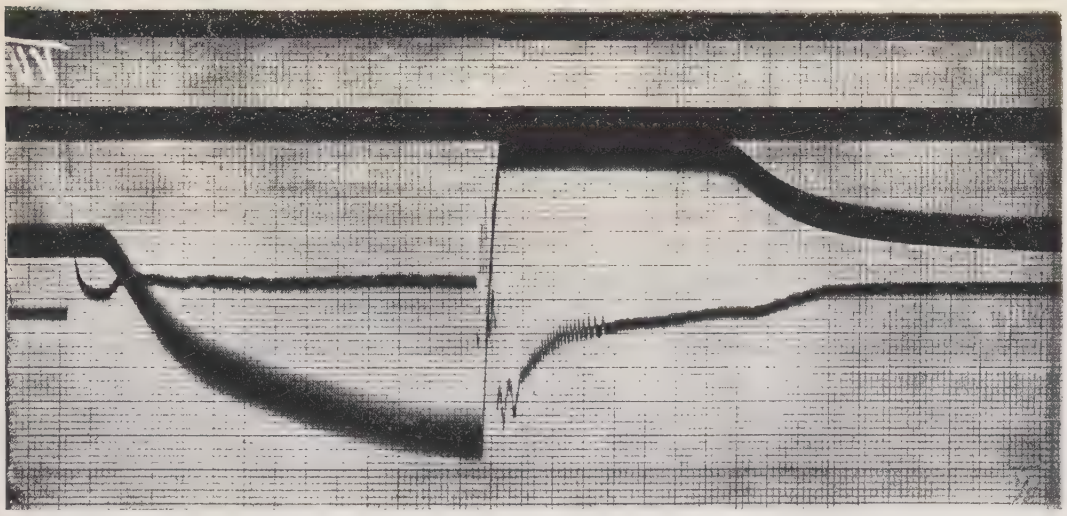


Abb. 3. ábra.

1. = Signal. 2. = Fix olló — Fixe Scheere. 3. = Mozgó olló — Bewegliche Scheere. 4. = Húr — Saite. Levezetés az extensorból. — Ableitung vom Extensor.

árammal való ingerlésnél csak az extensor, erős árammal való ingerlésnél csak a flexor kerül ingerületbe; pedig kétségtelen, hogy mindkét esetben mind a két izomhoz menő idegrostokat ingereljük. Megjegyzendő, hogy ez a szabály csak akkor érvényes, ha az áram iránya olyan, hogy a katód van periferiásan. Ha ugyanis az anód fekszik periferiásan, akkor sokszor az erős áram is extensiót okoz, mert az anód legyengíti az ingert; vagy pedig kettős hatások létesülnek: előbb rövid flexió, azután extensio. Áramzárás és nyitás ellenkezőképen hathat. (3. ábra.) Az ingerléshez 4 Voltot használtunk ellenállás bekapcsolása nélkül, ez szerepelt mint erős áram; azután addig kapcsoltunk be ellenállást, amíg a gyenge áramnak megfelelő ellenkező hatást kaptuk. Ha valamelyik hatás beállott, az hosszú ideig rendesen az áram egész fennállása alatt megmaradt. Érdekesnek látszott már most annak az ellenőrzése, hogy ezek az állandó áram hatására itt létrejövő hosszú kontrakciók milyen természetűek.

III.

Az izmok működési árama az ideg egyenáramú ingerlésénél

Az első meglepő tapasztalat az volt, hogy ha csak a flexor, vagy csak az extensor működött, mégis mindkettőről tudtunk működési áramokat levezetni. Feltűnő volt azonban, hogy az erős áramokkal való ingerlésnél az izmokról egészen más típusú működési áramot kaptunk, mint a gyenge áramokkal való ingerlésnél. Az izmokról mindenkor ritmikusan megszakított működési áramokat, hullámsorozatokat kaptunk. E szerint az idegben még konstáns ingerület, az idegvégződésben, illetve az izomban egy ritmusos folyamattá transzformálódik. Kísérleteinkből kitűnik, hogy gyenge áramok aránylag igen lassú ritmusú működési áramokat okoznak. Néha egészen lassú, lapos hullámok keletkeznek, 5—10—25/sek. ritmusban. Az ilyen gyenge árammal való ingerlésnél ezekkel a lassú hullámokkal mindig együtt jár az extensornak egy kontrakciója (ollótágítás). Viszont erős áramokkal való ingerlésnél mindig egészen más típusú működési áramokat kapunk az ollóizmokról: nagy kilengések igen gyors, rendszerint 100/sek. vagy még gyorsabb ritmusban. Ez a ritmus rendesen lassúbb és lassúbb lesz, de gyakran hosszú ideig, még 50/sek. felett marad. A ritmus az első pillanatban alkalmasint még jóval gyorsabb, de nem volt meghatározható. Ezekkel a gyors ritmusú működési áramokkal együtt, akár a flexorról, akár az extensorról vezetjük le azokat, mindig flexió jár együtt. A 3. ábrán először lassú, 10/sek. hullámokat látunk, ugyanakkor extensio fejlődik ki. Az áram kikapcsolásánál azonban gyors ritmusú működési áram keletkezik, több mint 100/sek. hullámmal. Ugyanakkor flexió fejlődik. A 4. ábrán ugyanígy egyenárammal ingerelve az ideget, az izom 100/sek. működési áramokat ad, melyek lassan 50/sek.-ig lassúbbodnak. Ugyanakkor a flexor összehúzódik. A kép teljesen egyforma, akár a flexorról (4. ábra), akár az extensorról (5. ábra) vezetünk le, pedig az utóbbi csak passzíve szerepel.

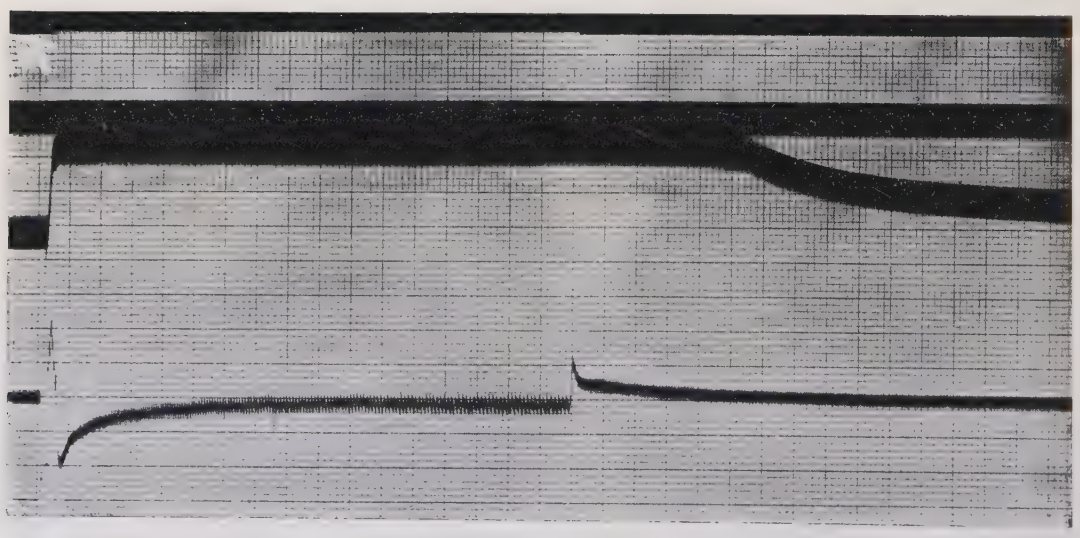


Abb. 4. ábra.
Ugyanaz mint a 3. ábra, de levezetés a flexorból. — Dasselbe wie Abb. 3., jedoch Ableitung vom Flexor.

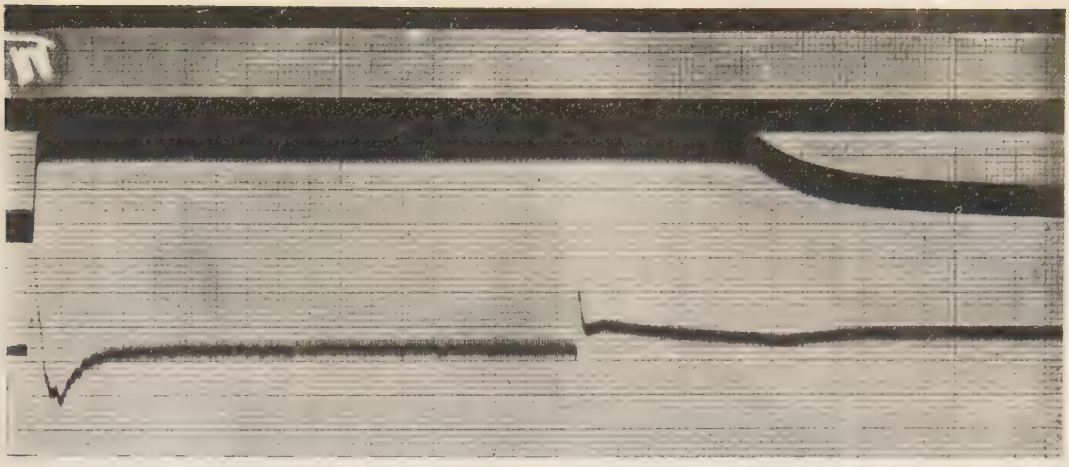


Abb. 5. ábra. (Extensor) — 1. = Mozgóolló. 2. = Húr.

Más kísérletekben több esetben azt láttuk, hogy először flexió keletkezett. A levezetett áramok magas frekvenciájúak voltak, azután lassúbbodtak 25/sek. és még lassúbbra és ekkor a flexió átment egy extensióba. A 6. ábra azt mutatja, amint egy kezdődő flexió extensióba megy át, mialatt a működési áram ritmusa lassúbb lesz. E kísérletekben tehát az tűnt ki, hogy az erős egyenáramokra keletkezett ingerület az izomban gyors hullámú ingerületi hullámokká, gyenge áramok pedig lassú ingerületi hullámokká alakulnak. Úgy látszik, hogy a flexor a gyors ritmusra, az extensor pedig a lassúra felel kontrakcióval. Természetes, hogy abból, hogy a két jelenség együtt jelentkezik, még nem következik, hogy feltétlenül okozati összefüggés is van közöttük. Ezért a továbbiakban azt vizsgáltuk, hogy az izmok egyéb kontrakcióinál milyen működési áramokat kapunk.

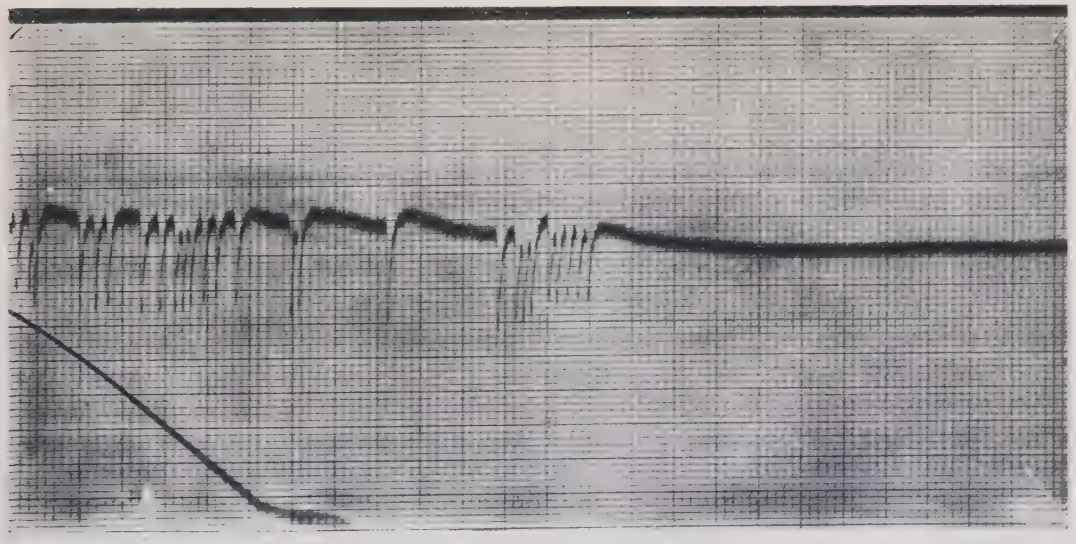


Abb. 6. ábra. — 1. = Húr. 2. = Mozgóolló.

IV.

Működési áramok természetes extensionál, illetve mechanikus ingerlésnél.

Ha levágjuk az ollót, akkor az szinte kivétel nélkül maximális extensióba kerül. Az ideg átvágásának mechanikai ingere eszerint úgy hat, mint egy gyenge elektromos inger. Regisztráltuk az izom működési áramait az átvágáskor és azt találtuk, hogy itt is az extensor kontrakciójával együtt lassú működési áramhullámok vezethetők le 5—10/sek. ritmusban. (7. ábra.)

Ritka esetekben sikerült az ép állatnál természetes viszonyok közt is extensiot kapnunk és ezalatt az izomból levezetnünk. A 8/a. ábra 12/sek. ritmusú, bámulatosan

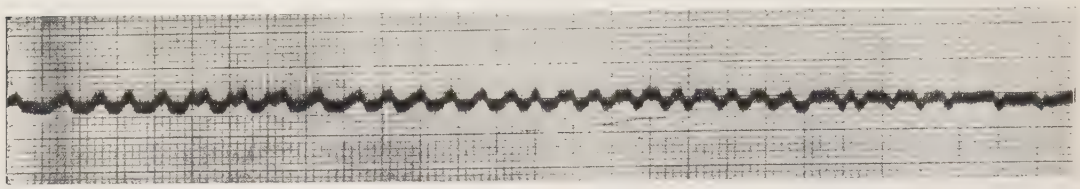


Abb. 7. ábra.

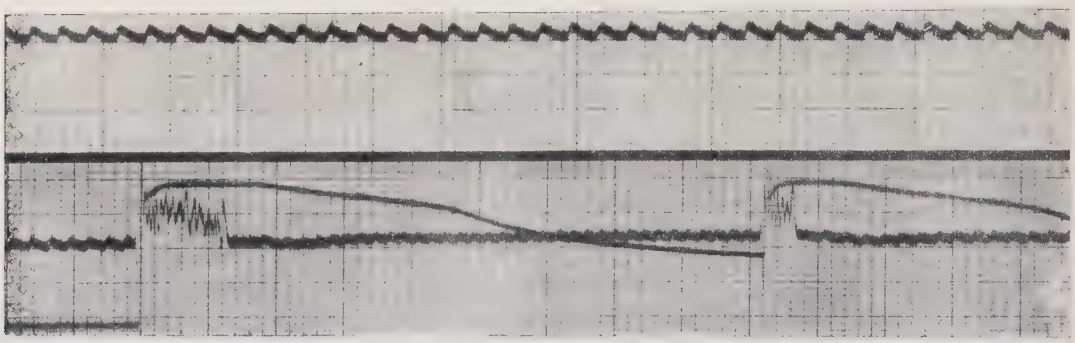


Abb. 8. ábra.

szabályos, lassú működési áramhullámokat mutat. Az ideget később erős egyenárammal ingereltük (b), mire az olló rövid ideig flexioba került és ugyanakkor 100/sek. ritmusú működési áramok voltak láthatók. Ezek aztán átmentek 25/sek. ritmusba, mire megint extensio fejlődött ki.

V.

Működési áramok természetes flexionál.

Flexiot aránylag könnyebb kiváltani, mint extensiot. A rákolló záróizmáról már *Ewald* és *Hoffmann* is vezetett le működési áramokat. Ha ceruzát dugunk az ollószára közé, azonnal reflektórikus zárás következik be. A 10. ábra azt mutatja, hogy spontán flexionál igen magas ritmus, 100/sek. felett keletkezett (a). Állandó zárás alatt is legalább 50/sek. a kis hullámok száma (b). Reflektórikus erősebb zárásra

pedig hegyes, gyors hullámok keletkeznek, eleinte kétségtelnül 50/sek. körül, később azonban sokkal lassúbb ritmusban (c). Ez a kísérlet arra enged gondolni, hogy nem a hullámok száma, hanem az egyes hullámok meredeksége az, ami a jellegzetes. Meredek, gyors ritmusú hullámokkal itt is flexio jár. E mellett szól a 9. ábra kísérlete is, ahol spontán flexionál hasonló típusú áramokat látunk, meredek fölszálló szárral.

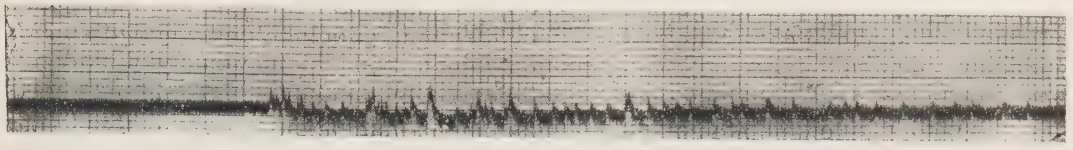


Abb. 9. ábra.

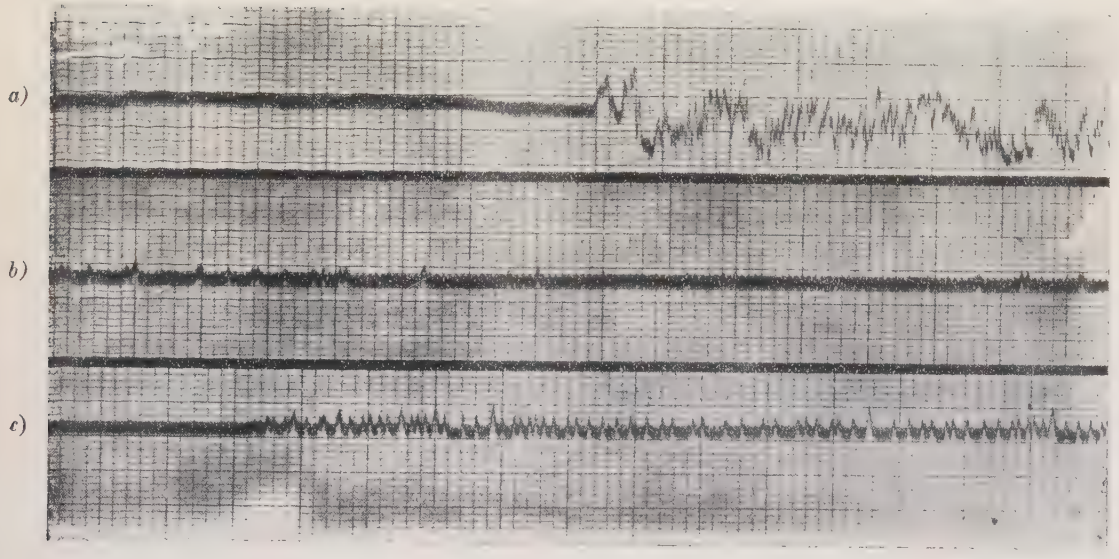


Abb. 10. ábra.

VI.

Izomműködési áramok az ideg indukciós áramokkal való ingerlésénél.

Ha az ideget indukciós áramokkal ingereljük, szintén az a tapasztalat, hogy gyenge áramok extenziot, erősek flexiot okoznak. Azonban van egy kivétel: egyes áramlökések mindig csak flexiot okoznak. Ha metronommal megszakított egyenárammal táplálom az induktor primaer tekercsét, akkor flexiót kapunk rendszeresen mindaddig, amíg a ritmus közel 50/sek. Ha azonban 50—100 ingert adunk másodpercenként, akkor mindig megkapjuk a kétféle hatást. Az átmenet gyakran igen éles, úgy hogy pl. 7·0 cm-es tekercstávolságnál extensiot, 7·25 cm-nél pedig már flexiot kapunk és pedig ismételten egymásután is. Paradoxonnak látszik, hogy flexiot mindig a lassúbb ritmusú ingerlésnél kapunk, csakhogy itt több faktor játszik közre. Ha úgy.

mint már előbb feltettük, nem is a ritmus, hanem az áram formája a specifikus inger, akkor lehetséges, hogy lassú ritmus azért okoz mindig flexiot, mert ennél az indukált áramlökés meredek alakja érvényesül, viszont 100/sek. ingerlésnél a ráknál az ingerületi hullám megváltozik, mint azt a 11. ábra mutatja, mely tetanizálás alatt tünteti föl a flexor működési áramát. Az áramok folyton kisebbednek (elfáradás) és úgy látszik, a refraktaerperiódus is meghosszabbodik, ami által másodlagos, lassúbb hullámok fejlődhetnek ki. Ezáltal, ha az inger erőssége bizonyos értéken alul marad, az a lassú ritmus fog létrejönni, amely extenziót vált ki. Indukált áramok hatásának ezen magyarázata azonban még nem kielégítő és azt nem tartjuk véglegesnek. Folytatni kívánjuk a refrakterperiódus meghatározásával kapcsolatosan, amihez azonban eddig a megfelelő készülékünk hiányzott.

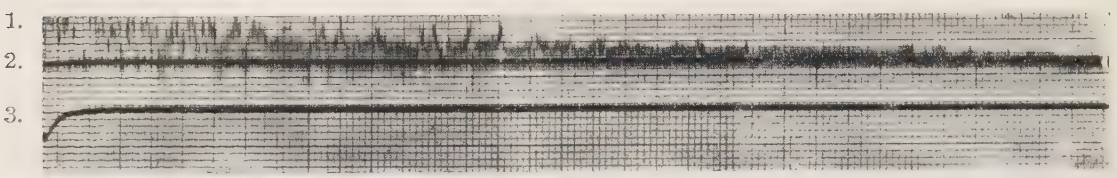


Abb. 11. ábra.

1. = Húr. 2. = Nyugvó olló. 3. = Mozgó olló. — 1. = Saite. 2. = Fixe Scheere. 3. = Bewegliche Scheere.

ÖSSZEFOGLALÁS.

A fenti kísérletekből kitűnik, hogy a rákidegnek egyenárammal való ingerlésénél az idegben ritmusos transzformáció nem mutatható ki, az izomzatban azonban ritmusos működési áramok jönnek létre. Az ideg tehát itt is állandó természetű változásokat tud vezetni.

Kitűnt, hogy akár egyenárammal, akár mechanikus ingerléssel, akár természetes ingerléssel jön létre a flexio, az mindig gyors ritmusú, illetve meredek hullámú működési áramokkal jár együtt, míg extensioval lassú hullámok járnak együtt.

Gyenge egyenáramok lassú hullámokat, erősek gyors hullámokat váltanak ki. Az indukált áramok hatásának magyarázata komplikáltabb és az ideg elfáradásával, illetve a refraktaerperiódus kifejlődésével függ össze. Az a tapasztalat, hogy extensionál és flexionál mindkét izomból vezethetők le a működési áramok, azt igazolja, hogy ezek az izmok bizonyos ingerekre hangoltak és lassú hullámokra (5—10—25/sek.) csak az extensor, meredek, gyors hullámokra (100/sek.) pedig a flexor reagál. Ebben az irányban folytatjuk tovább a kísérleteinket.

NERVEN- UND MUSKELAKTIONSSTRÖME BEIM KREBS.

(Untersuchungen über den tonischen Erregungsvorgang im Nerven. VIII. Mitt.)

Von Dr. F. Verzár und G. von Ludány.

In Fortsetzung der Untersuchungen über die tonische Erregung der Nerven[1] wird der Erregungsvorgang am Nerven und den Muskeln der Krebsscheere untersucht. Die Versuche sind an Potamobius (Astacus) leptodactylus ausgeführt. Die Registrierung geschah mit dem Saitengalvanometer, die Ableitung der Aktionsströme des Muskels mit Ag-AgCl -Elektroden, jene der Nerven mit unpolarisierbaren Kochsalztonfaden-Elektroden.

Leitet man durch den freipräparierten Scheerennerv des Krebses einen konstanten Strom von 2—4 Volt, so erhält man ebensolche extrapolare Polarisationsströme, wie bei Nerven anderer Tiere. Gewöhnlich steigt oder sinkt die Polarisation allmählich auf den Endwert. Eine rhythmische Unterbrechung, bzw. eine Umformung in einen rhythmischen Erregungsvorgang konnte nicht beobachtet werden. (Abb. 1.) Auch eine DPW[1] konnte nicht gefunden werden. (Abb. 2., S. 244.)

Trotzdem wirkt der konstante Strom als Reiz, und zwar wie das von uns für Eledone, Octopus,[2] Anodonta[3] bereits beobachtet ist, auch hier regelmässig während seinem ganzen Bestehen. Vom Muskel sind während dieser konstanten Kontraktion rhythmisch unterbrochene Aktionsströme ableitbar. Die konstante Änderung im Nerven wird also im Muskel zu einem rhythmischen Vorgang transformiert.

Es ist lange bekannt,[7] dass schwache Gleichströme Scheerenöffnung (Extension), starke Schliessung (Flexion), verursachen, wenn man den Armnerven reizt. Dies gilt — wie wir uns überzeugten — nur dann, wenn die Kathode peripher liegt, sonst beeinflusst die Anode den Erregungsvorgang des Nerven und die Wirkungen werden unklar (zuerst Schliessung, darauf Öffnung etc.). Die verschiedenartige Wirkung bei Reizung desselben Nerven ist höchst merkwürdig und scheint mit dem folgenden in Zusammenhang zu stehen.

Leitet man vom Flexor oder vom Extensor ab, so erhält man bei jeder wirksamen Reizstärke Aktionsströme trotzdem, wie gesagt, nur die eine, oder die andere Bewegung zustande kommt. Je nachdem man mit schwachem oder starkem Gleichstrom reizt, entstehen jedoch ganz verschiedenartige Aktionsströme.

Schwache Ströme geben einen Aktionsstrom mit 5—10—25 Wellen pro Sekunde, welche flach und lang sind. Starke Ströme geben dagegen Aktionsströme mit am Anfang mindestens 100 Wellen pro Sekunde. Der Rhythmus nimmt dann ab, aber die charakteristische steile Form der Aktionsströme, welche auf eine sehr kurze Periode hinweist, bleibt bestehen und gewöhnlich ist der Rhythmus über 50/sek. Es zeigt sich also, dass wenn ein langsamer Rhythmus entsteht, bei schwacher Reizung, der Extensor sich kontrahiert; wenn dagegen ein rascher Rhythmus zustande kommt, bei starker Reizung der Flexor in Kontraktion gerät. Wird gelegentlich beobachtet, dass ein anfänglich rascher Rhythmus nach und nach sich verlangsamt und in einen langsamen Rhythmus übergeht, so sieht man zuerst eine Flexion und später, mit den langsamen Aktionsströmen eine Extension entstehen. Dasselbe sieht man wenn z. B. Schliessung

Extension, Öffnung Flexion bewirkt. (Abb. 3.) Abbildung 4 und 5 zeigt den raschen Rhythmus des Aktionsstromes bei Nervenreizung mit starkem Gleichstrom. Dabei fällt auf, dass der vom Flexor (Abb. 4.) abgeleitete Strom genau so aussieht, wie der vom Extensor abgeleitete (Abb. 5.), trotzdem nur ersterer in Wirkung trat. Abbildung 6 zeigt eine anfängliche Flexion in Extension übergehen. Dabei wird der AS-Rhythmus langsam.

Um zu sehen, ob die Kontraktion des Extensors, bzw. des Flexors auch sonst mit solchen charakteristischen Aktionsströmen verbunden ist, haben wir nun die Aktionsströme auch in anderen Fällen untersucht. Durchschneidet man den Arm, so erhält man regelmässig maximale Extension. Dabei findet man AS mit langsamen flachen Wellen. (Abb. 7.) Ebenso bei spontaner Extension am unversehrten Tier. (Abb. 8/a.) Wurde hier mit starkem Gleichstrom der Armnerv gereizt, so erhielt man Flexion, die dann mit raschem AS-Rhythmus einherging. Dieser wurde dann langsamer und dann entstand wieder Extension.

Bei natürlicher, spontaner oder reflektorischer Flexion erhält man hohen Rhythmus, der zwar später abnimmt, aber immer den steilen Charakter der Einzelwelle behält. (Abb. 9 und Abb. 10, a, b, c.)

Die Reizung mit Induktionsströmen gibt, wenn man mit 50—100 Reizen pro Sekunde tetanisiert, ebenfalls mit schwachen Strömen Extension, mit starken Flexion. Dabei liegen die Grenzen sehr nahe bei einander. Mit Einzelreizen oder ganz langsamer Reizfolge gelingt es jedoch selbst mit ganz schwachen Strömen nicht Scheerenöffnungen zu erhalten. Diese Verhältnisse sind noch nicht erklärbar. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um Folgen der Ermüdbarkeit (Abb. 11) dieser Nerven, bzw. der Ausbildung einer refraktären Periode, wodurch es zu Gruppenbildungen kommen kann, die dann den adäquaten Rhythmus für den Extensor darstellen dürfte. In dieser Richtung sollen die Versuche fortgesetzt werden.

ZUSAMMENFASSUNG.

Konstante Polarisationsänderungen der Nerven werden propagiert und erst im Muskel in rhythmische Erregungen transformiert. Je, nachdem der Reiz stark oder schwach ist, entstehen hohe oder niedere Rhythmen. Auf erstere reagiert der Flexor, auf letztere der Extensor. Auch bei spontaner Flexion sieht man bei Flexion AS mit hohem, bei Extension mit langsamem Rhythmus.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *Verzár:* Pflügers Arch. 1928. 219. 1. 1927.
[2] *Verzár:* Pflügers Arch. 1928. 219. 19. 1927.
[4] *Ludány, Gy.:* Dieses Heft. S. 254. old.
[3] *Biedermann:* Sitzungsber. d. Akad. Wien. 1887. 96. III.
[5] *Mangold:* Zeitschr. Z. Allg. Physiol. V. 135. 1905.
[6] *Hoffmann P.:* Zeitschr. f. Biologie 63., 411. 1914. 64., 247. 1914.
[7] *Ewald W. F.:* Arch. f. Physiol. 1911. 181.
[8] *Weiss P.:* Erg. d. Biol. 1927.

ABBILDUNGEN.

1. Anelektrotonischer extrapolarer Polarisationsstrom. 4 Volt. 1 mv = 10 Teilstriche.
2. Oben: Während dem Bestehen eines AE bei 4 V. Polarisation wird gereizt. Keine DPW. — Unten: Dasselbe ohne Polarisation. (Vers. XXXIV.)
3. Nervenreizung mit Gleichstrom. Beim Schliessen Extension, beim Öffnen Flexion.
4. Nervenreizung mit schwachen Gleichstrom. Flexion. Ableitung vom Flexor.
5. Dasselbe, jedoch Ableitung vom Extensor.
6. Nervenreizung mit schwachem Gleichstrom. Extension. Ableitung vom Flexor.
7. Durchschneidung des Armes. Extension. Ableitung vom Extensor.
8. Oben: Ableitung vom Extensor während einer spontanen Extension. — Unten: Reizung mit Gleichstrom. 4 Volt. Anode peripher. Flexion. Ableitung vom Extensor.
9. Spontane Flexion. Ableitung vom Flexor.
10. *a)* Willkürliche Flexion, *b)* geschlossene Scheere, *c)* reflektorische Flexion. Ableitung von Flexor.
11. Reizung mit Induktorium. Flexion. Ableitung vom Flexor.

(Ausgeführt mit Unterstützung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Forschungsfondes.)

ÁLLANDÓ INGERRE BEKÖVETKEZŐ TARTÓS KONTRAKCIÓKRÓL.*

Irta: Ludány György.

Míg a harántcsíkolt izomnál az a törvény érvényes, hogy az állandó áram csakis nyitáskor és záráskor ingerel és az ú. n. „zárási tetanus“ csak egy pathológiás szabálytalanság, addig *Verzár*[1] az Eledone moschata köpenyizmánál kimutatta, hogy az izom az ingerlő áram egész tartama alatt kontrakcióban marad. Eledonenál egyben még az is kimutatható volt, hogy nemcsak a direkt izomingerek, hanem minden, az idegre ható felszálló áram is hasonló hatást vált ki. Az egyenáram ezen hatása azért érdekes, mert ezen idegek polarizációjának állandó változására a végszervek is állandó ingerülettel felelnek. Mivel ezeknél az idegeknél az ingerületi hullámmal együtt létrejövő állandó depolarizációs hullám (DPW) is nagyon kifejezett, feltehető, hogy ennek megfelelőleg egy állandó állapotváltozás jön létre az izomban is. Ez támogatja azt a feltevést, hogy a DPW az ingerületi folyamat tónusfaktora. Ezért vetettük fel azt a kérdést, hogy más tónusosan beidegzett izomnál is érvényes-e az a szabály, hogy az egyenáram nemcsak záráskor és nyitáskor, hanem egész fennállása alatt is ingerel. A rendelkezésünkre álló édesvizi kagylónál, melyen az alant közölt kísérleteinket végeztük, ideg felől való ingerlés nem lehetséges és ezért magát az izmot ingereltük.

METODIKA.

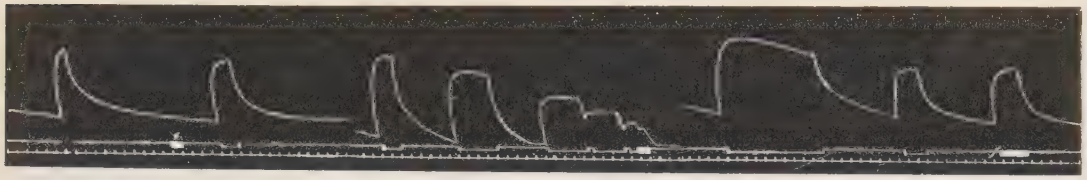
A kísérletek Anodonta cygnea L.-n történtek. A kagyló héjját szétfeszítettük és ollóval, az ilyenkor mindig tónusosan összehúzódott lábat levágtuk. A kagyló lába hatalmas, a nyugton hagyott állatnál körülbelül 5—6 cm-nyire kinyúló izomtömeg, mely azonban az állat ingerlésére hirtelen visszahúzódik; ilyen tónusosan összehúzódott állapotban körülbelül 2 cm hosszú s 1·5 cm széles. Ezt a tónusos kontrakcióját hosszú ideig megtarthatja; típusos „tónusizom“.

A levágott láb két végére finom tű segítségével cérnából hurkot készítettünk és így függesztettük fel egy izotóniás myographionra. Az izom csekély megterhelésre, hosszának 2—3-szorosára megnyúlt. Ezután mindkét végébe platintűt szúrtunk be ingerlő elektródnak; ezeket könnyű dróttal az akkumulátor sarkaival kötöttük össze. Ábráinkban a myogramm alatt az ingerlés, legalól az időjelzés (30 másodpercenként) látható.

* Közli: Dr. Verzár Frigyes.

KÍSÉRLELEK.

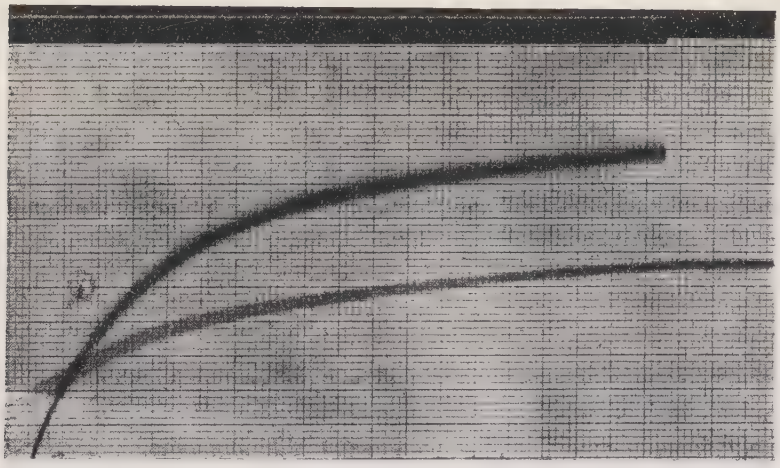
A kagylóizmok ingerlésénél meglehetősen nagy áramokat kell igénybe vennünk, hogy egyáltalában hatást kapjunk. Rendszerint 4 Volt szükséges. Amint az 1. ábra mutatja, áramzárás alatt az izom több percig állandó kontrakcióban marad. Noha az összehúzódás lassanként a fáradással csökkent, mégis az áram egész tartama alatt fennáll; az áram megszakítása után azonban (egy kis rángástól megelőzve) hirtelen meredeken csökken. Sohasem láttunk azonban, csak a nyitásnál, vagy csak a



1.

I. II. III.

Abb. 1. ábra.



Signal.

Húr.

Myographion.

Abb. 2. ábra.

zárásnál keletkező rángást. Ennél a „tónusizomnál" tehát szintén érvényes az a szabály, hogy az állandó áram egész fennállása alatt, tartós kontrakciót eredményez. Izolált izmok tónusos összehúzódásának tanulmányozására a jövőben ezen állandó áramok által kiváltott kontrakciók jól lesznek felhasználhatók.

Annak a vizsgálata, hogy ezek a kontrakciók tetanusok-e vagy sem, kézenfekvő. A működési áram levezetése azonban nehézségeket okoz. Az igen érzékeny húros galvanométerbe kell az áramokat levezetni, mialatt az izomban a tekintélyes ingerlő áram folyik át. A bekapcsoláskor a húr erősen kitér, sőt a látótérből hirtelen el is tűnik. A túlságos kilengéseket úgy kerültük ki, hogy az ingerlő áram sarkai közt helyeztük el a levezető elektródokat, még pedig egymáshoz meglehetősen közel.

Ritmikus működési áramokat sohasem találtunk. (2. ábra.) A húr a kontrakció lefolyása alatt teljesen nyugodt, csak előtte és utána leng ki. Nincs azonban kizárva, hogy még nagyobb érzékenységgel mégis egy ritmus lesz megfigyelhető. A rendelkezésünkre álló technikai lehetőségekkel azonban ezeket a tónusos kontrakciókat elektrografikusan is konstans folyamatoknak találtuk.

ÜBER DAUERKONTRAKTIONEN DURCH KONSTANTEN REIZ.*

Von Georg v. Ludány.

Während am quergestreiften Muskel das Gesetz gilt, dass der konstante Strom nur beim Schliessen und Öffnen reizt und der sog. Schliessungstetanus nur eine pathologische, unregelmässig vorkommende Erscheinung ist, hat *Verzár*[1] am Mantelmuskel von Eledone moschata gezeigt, dass hier die Regel ist, dass während dem ganzen Stromschluss der Muskel kontrahiert bleibt. Bei Eledone konnte ferner gezeigt werden, dass nicht nur direkter Muskelreiz, sondern auch jedes Schliessen eines aufsteigenden konstanten Stromes durch den Nerven, diesen Erfolg hat.

Diese regelmässige Wirkung eines konstanten Stromes war deshalb von Interesse, weil sich gezeigt hat, dass diese Nerven auf konstante Änderungen ihrer Polarisation mit konstanter Erregung des Endorgans reagieren. Nachdem in diesen Nerven, die durch eine Erregungswelle in Gang gesetzte konstante Depolarisationswelle (DPW) sehr ausgesprochen ist, darf angenommen werden, dass dieser entsprechend die konstante Zustandsänderung im Muskel entsteht. Dadurch wurde die Annahme gestützt, dass in der DPW der Tonusfaktor des Erregungsvorganges gesehen werden darf.

Wir haben uns deshalb die Frage gestellt, ob auch für andere tonisch innervierte Muskeln die Regel gilt, dass der konstante Strom nicht nur beim Stromschluss und Öffnen, sondern auch während seinem Bestehen wirkt. Eine Reizung von Nerven ist bei der uns zur Verfügung stehenden Süsswassermuschel, Anodonta, an welcher die folgende Untersuchung ausgeführt ist, nicht möglich. Wir haben deshalb den Muskel selbst gereizt.

METHODIK.

Die Schale von Anodonta cygnea L. wurde energisch geöffnet und mit einer grossen Scheere, der dann immer tonisch zusammengezogene Fuss abgeschnitten. Dieser ist eine mächtige Muskelmasse, die beim ungestörten Tier in einer Länge von 5—6 cm aus der Muschel ragt, beim gereizten Tier sich aber sofort in die Schale zurückzieht und dann in tonisch kontrahiertem Zustand cc. 2 cm lang und 1½ cm breit ist und so verkürzt, viele Stunden lang verharren kann. Es ist ein typischer Tonusmuskel.

Der abgeschnittene Fussmuskel wird nun an beiden Enden mittelst feiner Nadel

* Mitgeteilt von Dr. Friedrich Verzár.

mit einer Schlinge versehen und an einem isotonischen Myographion befestigt. Durch schwache Belastung lässt sich der tonisch verkürzte Muskel, auf das 2—3 fache verlängern. Es wurde nun in beide Enden eine Platinnadel eingestochen, die mittelst feiner Drähte mit einem Accumulator verbunden war. Auf den Abbildungen ist das Myogramm, darunter das Reizsignal, und zu unterst die Zeit in 30 Sek. gezeichnet.

ERGEBNISSE.

Zur Reizung eines Muschelmuskels bedarf es recht bedeutender Ströme um überhaupt einen Erfolg zu erhalten. Gewöhnlich gelingt das erst mit 4 V.

Wie Abb. 1. zeigt, ist während einem Stromschluss während mehreren Minuten der Muskel konstant kontrahiert. Die Kontraktion wird zwar langsam geringer, als Folge von Ermüdung, besteht aber doch konstant so lange, als der Strom geschlossen ist und hört bei der Stromöffnung, gewöhnlich nach einer geringen Zuckung, steil abfallend auf. In keinem Fall haben wir nur beim Schliessen, oder nur beim Öffnen eine Zuckung gesehen. Es ist also bei diesem Tonusmuskel durchaus die Regel, dass der konstante Strom während seinem ganzen Bestehen, eine konstante Kontraktion aufrecht erhält.

Damit scheint die Ansicht eine weitere Begründung gefunden zu haben, dass es für alle Tonusmuskeln gilt, dass der konstante Strom eine tonische Kontraktion bewirkt. Zum Studium „tonischer" Kontraktionen an isolierten Muskeln werden sich also in Zukunft diese, durch den konstanten Strom bewirkten Kontraktionen besonders bewähren.

Es liegt nahe zu untersuchen, ob diese Kontraktionen nicht Tetani sind. Eine Schwierigkeit der Aktionsstromableitung war jedoch, dass zum sehr empfindlichen Saitengalvanometer abgeleitet werden musste, während durch den Muskel ein bedeutender Strom floss. Die Gefahr ist natürlich die, dass die Saite durch letzteren aus dem Gesichtsfeld geschleudert wird.

Diese Schwierigkeit haben wir so umgangen, dass wir von der intrapolaren Strecke abgeleitet haben, indem wir die Ableitungselektroden sehr nahe aneinander brachten.

Niemals haben wir dabei rhythmische Aktionsströme gesehen. Es ist zwar nicht auszuschliessen, dass mit noch grösseren Empfindlichkeiten, solche zu bemerken wären; mit den derzeit zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten erweist sich aber diese tonische Kontraktion auch elektrographisch, als ein konstanter Vorgang.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *F. Verzár*, Depolarisationswelle und andere Polarisationserscheinungen an Molluskennerven. VI. Pflügers Arch. 219. S. 23. 1927.

A KAGYLÓK ZÁRÓIZOMZATÁNAK ANTAGONISTIKUS BEIDEGZÉSE.

I. sz. közlemény.

Irta: Dr. Geiger Ernő
egyet. m. tanár — Pécs.

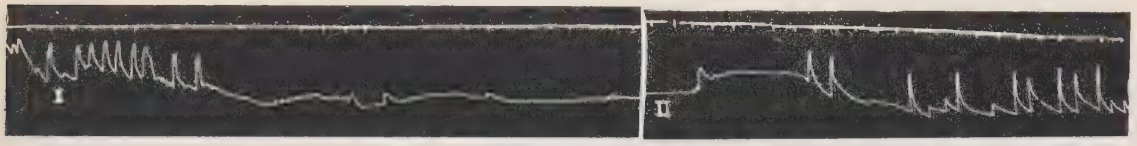
J. Pawlow[1] *Heidenhain* laboratóriumában végzett és 1885-ben közölt kísérleteiben kimutatta, hogy az Anodonta záróizomzatához kétféle ideg, és pedig izgató és gátló idegek húzódnak. *Pawlow* ebben a közleményében különösen kiemeli azt, hogy az elülső és hátsó pedálganglionból kiinduló idegek, az izmokhoz való útjukban, semmiféle megszakítást nem szenvednek. Ez az észlelet, *Biedermann*nak[2] rákollón végzett kísérleteihez hasonlóan, tehát azt látszik bizonyítani, hogy az izomra áttevődő idegingerület direkt gátlólag, azaz elernyesztőleg hathat. A záróizmok antagonisztikus beidegzését *Pawlow* óta tudtunkkal nem vizsgálták, noha ezen beidegzési viszonyok beható analízise valószínűleg oly adatokhoz vezet majd, melyek az ingerlés és a gátlás fogalmát számunkra érthetőbbé teszik. *Pawlow* vizsgálatai óta azonban a gerinces állatok autonóm idegrendszere köréből sok hasonló antagonisztikus beidegzés vált ismeretessé és így mindenekelőtt vizsgálat tárgyává kellett tenni azt, hogy a gerincesek szerveinek autonóm innervációja és a záróizom beidegzése lényegében azonos-e.[3]

Molluskáknál ugyan semmit sem tudunk oly idegképletek létezéséről, melyek reakciójukban az autonóm idegeknek felelnének meg, újabb vizsgálók ellenben, *Pawlow* vizsgálataival ellentétben, oly környéki ganglionokról számolnak be, amelyek a „központi" idegrendszerből kiinduló idegek útjába vannak iktatva.[3] Fejlődéstani és szövettani vizsgálatok nem igen látszanak alkalmasoknak azon kérdés tisztázására, hogy a kagylók rendelkeznek-e autonóm idegképletekkel, több eredményt várhatunk el a pharmakológiai analízistől, mert egyrészt az élőszervek hasonló gyógyszertani, azaz kémiai reakcióiból — bizonyos megszorításokkal — az illető képletek hasonló kémiai felépítésére következtethetünk[5] és tudjuk másrészt azt, hogy ez a módszer a gerincesek autonóm idegrendszerének tanulmányozásánál már kitűnően bevált. A következőkben tehát azon pharmakológiai vizsgálatokról akarunk beszámolni, melyeket a feltett kérdés tisztázására végeztünk.

Kísérleteinket tavikagylókon, Anodonta cygneán és Unio pictorum Balatonicuson végeztük; részben a Balatonból frissen fogott, részben pedig az intézet aquáriumából vett állatokat használtunk fel. A kagyló egyik csészéjét a zárószalaggal

[3] Ebben az összefüggésben megemlítjük azt, hogy már *Pawlow* maga is bizonyos analógiákra mutat rá, amelyek az általa felfedezett mechanizmus és *v. Frey* kísérletei között fentállanak. *v. Frey* tudvalevőleg a sympathicus idegek, illetőleg a chorda ingerlésének a nyálmirigyek vérellátására való antagonisztikus hatását vizsgálta.

szemben, a szabad széltől kb. ½ cm távolságban egy helyen, a másik csészét pedig két helyen kis fúróval (Drillbohrer) megfúrtuk. A kagylót, a köpeny megsértésének veszélye miatt, keresztülfúrni nem szabad, ha azonban a köpenyt a megfúrás után, a megfelelő helyen egy lapoc segítségével leválasztjuk, akkor a megfúrt helyet egy hajlított tű segítségével könnyen átszúrhatjuk és fonalakat vezethetünk át a nyíláson anélkül, hogy a puha részek megsérülnének. A kagylót ezután egy kb. 10 cm hosszú, 6 cm széles és 5 cm magas üvegedénybe visszük, amelynek fenekére két kis üveghorog van forrasztva. A folyadék váltása céljából az üvegedényre egy lefolyócsövet szereltünk. A kagylót úgy tesszük be az üvegedénybe, hogy a kétszer átfúrt csésze alul kerüljön és azt a fonalak segítségével az üveghorgokra rögzítjük. A felül lévő csésze fonalát egy grafikus regisztrálás céljait szolgáló kettőskarú emelőre erősítjük. Az üvegedénybe 100 cm^3 Balatonvizet töltöttünk, egy kis üvegcső segítségével a folyadék állandó levegőátáramoltatásáról gondoskodtunk. Különösen ügyelni kell arra, hogy a felszálló légbuborékok se a kagyló szélét ne érjék közvetlenül, se pedig a kagyló belsejébe ne jussanak, éppúgy gondoskodni kell rázkódtatások elkerüléséről, mert az így kiváltott ingerek a kagyló azonnali bezáródását vonják maguk után. Ha már most az emelőt egy 125—150 g-nyi

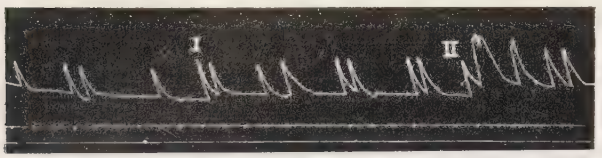


I. sz. ábra. ($^1/_3$-ra kicsinyítve). I-nél CO_2-tartalmú víz. II-nél levegő átbuborékoltatása.

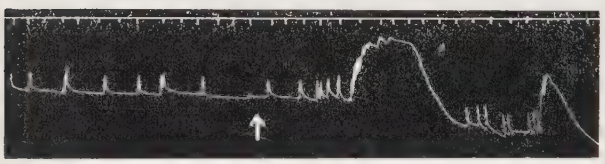
súllyal megterheljük, úgy azt látjuk, hogy a kagyló a megterhelés folytán lassanként kinyílik és további 5—20 perc után spontán mozgások jelentkeznek, melyek az író segítségével (tízszeres nagyítás) a kormozott papíron jól regisztrálhatók.[1] Ezen spontán mozgások folyamán a kagyló gyorsan záródik s azután mindjárt kissé lassabban ismét kinyílik és a következő záródásig, a megterhelés fokának, illetőleg az állatok állapotának megfelelőleg, többé-kevésbbé nyitva marad. A spontán mozgások rendesen meglehetősen szabályos, a különböző állatoknál különböző ritmusban mennek végbe, minden 2—10 percben következik be egy záródás. Ezen, már *Pawlow* által is leírt spontán mozgások oka ismeretlen. Egyes szerzők a légzéssel hozták ezeket összefüggésbe, maga *Babák*[5] azonban *Gartkiewicz*[6] újabb kísérleteivel ellentétben a kagylómozgások és a környezet O_2-tartalma között semmiféle vonatkozásokat nem talált. Mi is megkíséreltük ezen mozgások okát tisztázni, s ezért elsősorban a CO_2 hatását vizsgáltuk. Ezen kísérletekben a kagylókat levegővel átáramoltatott vízbe hoztuk és ha egy időn keresztül a mozgások ritmusa már egyenletes volt, az O_2-tartalmú vizet leeresztettük és az edénybe oly vizet töltöttünk, amelyen keresztül két órán át CO_2-t áramoltattunk. Levegő helyett most már az edény tartalmán CO_2-t gyöngyöztettünk át. Amint azt az I. sz. ábrából láthatjuk, CO_2 hatására a mozgások — kezdeti gyorsulás után — kb. 9 percen belül megszűnnek és amint a görbe eséséből

[1] Időjelzés minden kísérletben 1 perc.

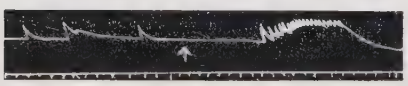
láthatjuk, a záróizom tónusa is megcsökken. A mozgások eme gátlása reverzibilis, mert levegő-átbuborékoltatás után ismét spontán mozgások lépnek fel. Ezen kísérlet alapján meg kellett vizsgálni azt, hogy a mozgások gátlása O_2-hiányra, vagy pedig a CO_2 specifikus hatására vezetendő-e vissza. Ezért további kísérletekben CO_2-tartalmú víz helyett olyat alkalmaztunk, amelyen keresztül előzőleg H_2-t áramoltattunk át. A II. sz. ábra mutatja, hogy a H_2-átáramoltatás a spontán mozgásokat nem gátolja, ha azonban utólag CO_2-t áramoltatunk keresztül, akkor a mozgások ismét megszűnnek. Tehát a mi kísérleteinkben sem tudtunk a spontán mozgások és a légzés között vonatkozásokat felfedni. A mozgások gátlása valószínűleg a CO_2[1] narkotikus hatására vezethető vissza, mivel a CO_2-átáramoltatás után nemcsak a spontán mozgások szűnnek meg, hanem a kagyló mesterséges, mechanikus ingerekre, amilyen pl. a köpeny megérintése, sem reagál. Érdekesnek tartjuk megemlíteni azt, hogy a kagyló ilyenkor a CO_2-narkózis dacára — az éter- és kloroform-narkózissal ellentétben — nem nyílik ki egészen; ezt úgy gondoljuk magyarázni, hogy a záróizom tónusát szabályozó perifériás berendezések az idegképletek CO_2-narkózisa dacára ilyenkor még működőképes állapotban vannak.



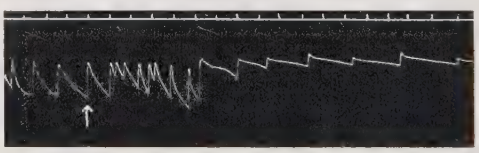
II. sz. ábra. ($^1/_3$-ra kicsinyítve). I-nél H_2-vel kezelt víz. II-nél CO_2-átáramoltatás.



III. sz. ábra. ($^1/_3$-ra kicsinyítve). ↑-nál 2 cm³ Suprarenin „Hoechst" (1: 1·000) hozzáadása.



IV. sz. ábra. ($^1/_3$-ra kicsinyítve). ↑-nál 2 cm³ Suprarenin „Hoechst" (1: 1·000).

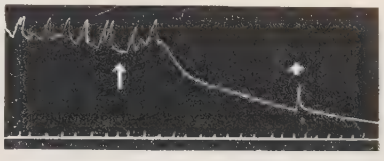


V. sz. ábra. ($^1/_3$-ra kicsinyítve). ↑-nál 2 cm³ Suprarenin „Hoechst" (1: 1·000).

A következő kísérletekben a kezdetben feltett kérdés tisztázására azt vizsgáltuk, hogy a sympathicust ingerlő adrenalin miként hat a mozgásokra. Minden kísérletben azt találtuk, hogy az adrenalin 1—2 : 100.000-es higításban a spontán mozgásokat *gyorsítja* és a záróizom tónusát *fokozza* (l. a III., IV. és V. sz. ábrákat). Mivel a kagylók kémiai ingerekkel, pl. savakkal, szemben igen érzékenyek, megvizsgáltuk azt, hogy az adrenalin imént leírt hatása szigorúan specifikus-e. A hatás specifitása mellett szól elsősorban az a tény, hogy O_2-átáramoltatás által inaktivált adrenalin teljesen hatástalannak bizonyult; különösen meggyőzőnek látszik továbbá az, hogy a sympathicust bénító ergotoxin az adrenalinnak kagylókra kifejtett hatását is gátolja. Ezen utóbbi kísérleteknél úgy jártunk el, hogy az üvegedénybe oly vizet

töltöttünk, amely 1 : 20.000-es higításban Gynergen-Sandoz-t* tartalmazott és ezután félóra elteltével 4 cm^3 adrenalint (Suprarenin-Höchst 1 : 1000) adtunk az oldathoz. Az adrenalin ilyenkor, dacára a viszonylagosan magas töménységnek (1 : 25.000), teljesen hatástalannak bizonyult.

Az ú. n. parasympathikomimetikus szerek közül a pilocarpin, physostigmin, cholin és acetylcholin hatását vizsgáltuk. A VI. és VII. sz. ábrából látjuk, hogy a pilocarpin és physostigmin 5 : 100.000-es higításban a spontán mozgásokat *gátolja* és a záróizom tónusát *csökkenti*. A CO_2-al előidézett gátlással ellentétben, azonban a köpeny érintése által ilyenkor még mozgások idézhetők elő. Érdekes, hogy a pilocarpin és physostigmin által előidézett tónuscsökkenés és mozgásgátlás, éppúgy, mint *Pawlow* kísérleteiben az ideg izgatása folytán kiváltott gátlás, a köpeny mechanikus ingerlése által, tehát reflektórikus úton, áttörhető. Az így létrehozott kontrakció azonban a záróizom eredeti tónusát nem állítja helyre, hanem az utóbbi minden kontrakció után ismét ellazul. Ezt a jelenséget *Pawlow* a chorda-izgalommal hozza analógiába; chorda ingerlése esetén ugyanis a tágult nyálmirigyvéredények minden sympathicus izgatásnál kontrahálódnak ugyan, de hamarosan ismét kitágulnak. Ezt a jelenséget csak úgy lehet megmagyarázni, hogy a pilocarpin és physostigmin gátló hatása, éppúgy mint chorda-izgatás esetében is, a más úton kiváltott kontrakció dacára, továbbra is fennáll.



VI. sz. ábra. ($^1/_3$-ra kicsinyítve). ↑-nál 4 mg physostigmint 10 cm^3 vízben oldva adunk a rendszerhez, +-nál a köpeny mechanikus ingerlése.

Az általunk vizsgált két másik szer — cholin és acetylcholin — a vizsgált töménységben 1 : 10.000-ig hatástalan volt.

További kísérletekben azt vizsgáltuk, hogy a parasympathicus-bénító szer, az atropin miként befolyásolja a spontán mozgásokat, illetőleg azt, hogy atropin ellensúlyozza-e a pilocarpin és physostigmin által előidézett mozgásgátlásokat. Ezen kísérletekben azt találtuk, hogy az atropinum sulfuricum 1 : 10.000-es higításban a spontán mozgásokra nem hat, és hogy a pilocarpin, illetőleg physostigmin által előidézett gátlást, utólagos atropinkezeléssel, megszüntetni nem tudjuk. Ha azonban a kagyló előzőleg ½ óra hosszat atropintartalmú (1 : 10.000) vízben volt, úgy két esetben azt tapasztaltuk, hogy az utólag hozzáadott pilocarpin, illetőleg physostigmin semmiféle hatást nem tudott kiváltani. Más kisérletekben azonban az utóbbi szerek, előzetes atropinkezelés után is, igen hatásosak voltak. Ezen ellentmondó eredmények okát a rendelkezésünkre álló idő rövidsége miatt megvizsgálni nem tudtuk.

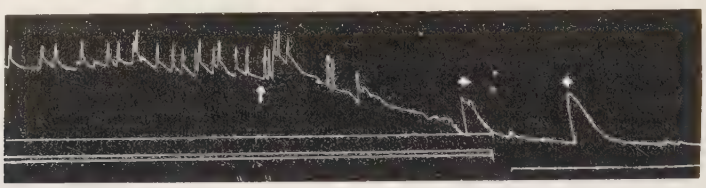
Végül még meg akarjuk említeni azt, hogy Curaryl „Byk" 1 : 100 és Strychninum nitricum 1 : 15.000-hez a spontán mozgásokra nem hat. Ezen eredmények teljesen megfelelnek *Vulpian*,[8] illetőleg *Heckel*[9] vizsgálatainak. *Vulpian* ugyanis Anodontáknál hatástalannak találta a curarát és *Heckel* azt tapasztalta, hogy a molluskák a strychninnel szemben rendkívül ellentállók.

Kísérleteink tehát azt mutatják, hogy az autonóm idegmérgek a kagylók spontán mozgásaira hatást fejtenek ki, és pedig a sympathicust izgató adrenalin fokozza,

* Ergotaminum tartaricum.

a parasympathicus izgatók pedig gátolják azokat. Kísérleteinkből továbbá látjuk azt, hogy a gerincesek motoros-idegvégződéseit bénító curara kagylóknál hatástalan Közelfekvő volna kísérleti eredményeinket már most a *Pawlow* által észlelt antagonisztikus innervációval összefüggésbe hozni. Kísérleteink valószínűvé teszik ugyanis azt, hogy az adrenalin a *Pawlow* által vizsgált izgató, a pilocarpin és physostigmin pedig ugyanezen szerző által tanulmányozott gátló idegekre hat, a molluskák innervációja azonban oly bonyolult és a gerincesek idegrendszerétől annyira különbözik, hogy továbbmenő következtetések levonása előtt az itt közölt kísérleteket több irányban kiegészíteni óhajtjuk.

Szabadjon még végül rámutatnom arra, hogy *Langley*[10] vizsgálatai szerint a különböző méreghatások oly különbségeken alapszanak, melyek a fejlődéstani eredetre



VII. sz. ábra. ($^1/_3$-ra kicsinyítve). ↑-nál 5 mg pilocarpint 10 cm^3 vízben oldva a folyadékhoz, +-nál a köpeny mechanikus ingerlése.

vezethetők vissza, és így ezen összehasonlító farmakológiai vizsgálatok folytatásától az autonóm idegrendszer fejlődéstanára vonatkozólag is messzebbmenő felvilágosításokat várhatunk.

ÜBER DIE INNERVATION DES SCHLIESSMUSKELS DER MUSCHELN.

I. Mitteilung.

Von Dozent Ernst Geiger — Pécs.

Mit Rücksicht auf die bekannten Untersuchungen *Pawlows*[1] über die antagonistische Innervation des Schliessmuskels der Süsswassermuscheln wurde an Anodonta und Unio geprüft, ob zwischen der autonomen Innervation der Wirbeltierorgane und jener des Schliessmuskels irgendwelche wesentliche Übereinstimmungen vorhanden sind. Es wurde eine Methode ausgearbeitet, mit deren Hilfe die spontanen Bewegungen der in Teichwasser befindlichen, belasteten Muscheln graphisch registriert werden konnten.

Die spontanen Bewegungen zeigen einen individuell verschiedenen Rhythmus. Die Ursache dieser spontanen Bewegungen konnte nicht ermittelt werden. Irgendwelche Beziehungen zur Athmungsfunktion scheinen nicht zu bestehen. O_2-Mangel des umgebenden Mediums beeinflusst die Bewegungen nicht. CO_2-Durchperlung hingegen führt zu einer reversiblen Hemmung derselben.

Adrenalin 1—2 : 100.000 beschleunigt die spontanen Bewegungen beträchtlich, auch der Tonus des Schliessmuskels nimmt zu. Vorbehandlung mit dem sympathicuslähmendem Ergotamin lässt die Adrenalinwirkung nicht mehr zustande kommen.

Die parasympathicomimetischen Gifte *Pilocarpin* und *Physostigmin* 5 : 100.000 hemmen — im Gegensatz zu dem unwirksam befundenen Cholin und Azetylcholin — die spontanen Bewegungen. Der durch diese Mittel bewirkte Stillstand kann durch mechanische Reizung des Mantels durchbrochen werden. Das parasympathicuslähmende Atropin hat in einigen, jedoch nicht in allen Versuchen die Pilocarpin- bzw. Physostigminhemmung aufgehoben.

Curaryl „Byk" und *Strychnin wurden* auch in recht hohen Konzentrationen als unwirksam befunden.

Da die oben erörterten orientierenden Versuche das Bestehen autonomer Nervenelemente auch bei Muscheln vermuten lassen, soll die Innervation des Schliessmuskels von diesem Standpunkte aus weiter untersucht werden.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *Pawlow, Pflügers* Archiv. 37. S. 61. 1885.
[2] *Biedermann,* Sitzsber. Wiener Akademie. 95. S. 40. 1887.
[3] *Bethe,* Allg. Anat. u. Phys. d. Nervensyst. Leipzig, 1903. S. 25 u. 385.
[4] *Meyer-Gottlieb,* Exp. Pharmakologie. Wien, 1925. S. 184.
[5] *L. Babák,* Wintersteins Hdb. d. vgl. Physiologie. I. 2. Hefte. S. 367.
[6] *Gartkiewicz,* Arch. Intern. de Physiol. Bd. 20. 1. Róna-Berichte. Bd. 18. S. 187.
[7] *Winterstein,* Die Narkose. Berlin, 1926. S. 49 u. 183.
[8] Lásd: Hefter's: Hdb. d. exp. Pharmakologie. II. 1. S. 182.
[9] Ugyanott 328. l.
[10] *Langley,* Das autonome Nervensystem. Berlin, 1922. S. 37.

AZ AGYVELŐ FIZIOLOGIÁS HATÓANYAGAIRÓL.

Irta: Dr. Jendrassik Loránd — Pécs.
A kir. magy. Erzsébet-Tudományegyetem magántanára.

Az utóbbi évtized folyamán számos oly jelenség vált ismertté, melyek bizonysága szerint a kémiai ingerhatásoknak fontos szerep jut bizonyos idegműködések terén is. A vegetatív idegek hatásai *O. Loewi* felfedezése szerint tulajdonképen pharmakologiás hatások, melyeket az ideg végkészülékéből felszabadított specifikus hatású anyagok hoznak létre.[1] Ma már ezen anyagok kémiai-fizikai természetéről is tudunk. A szívvagus hatását közvetítő vegyület kismolekulájú, s valószínűleg valamely cholinesterrel azonos.

Ha azonban az idegek működéséhez ily anyagokra van szükség, úgy ezeknek a végapparátusokban szabadon, vagy laza kötésben jelen is kell lennie. Egy régibb idevágó munkám folyamán kimutattam, hogy különböző emlősállatok szívpitvarának falából valóban kivonható olyan anyag, mely más szerven a n. parasympathicus izgatásával egyező értelmű hatást létesít.[2] Később O. Loewi intézetében *Witanowsky*, majd *Plattner*, az extrahálás módszerének alkalmazásával azt is kimutatták, hogy az ily anyag a megfelelő vegetatív ideg izgatása után nagyobb mennyiségben nyerhető.

Ezen eredmények már magukban indokolják, hogy hasonló anyagokat a központi idegrendszer állományában is keressünk. A vegetatív innervációjú izmokban az idegállomány tömege mindig csak elenyésző részét teszi az egésznek, míg a központi idegrendszerben az arány (még a neurogliával szemben is) sokszorta kedvezőbb. De egyébként is vizsgálatra vár a kérdés, hogy kémiai ingerhatások dominálnak-e a centrumok működésében is. A működések sokfélesége, miket az agy sejtje végez, arra utal, hogy ott igen finom, tehát kémiai differenciáltságot, különleges összetételű vegyületek szereplését keressük.

Az ingerület humorális átvitelét agyvelőn megkísérelni a nehezebbik út volna. Alább ismertetendő kísérleteink a kérdést az extraktumok élettani hatásainak vizsgálása révén próbálják megközelíteni, a döntő kísérleteket előkészíteni. Bizonyos támpontokat szerezhetünk ezen a réven. Az említett lehetőségek valósága esetén várható, hogy az agyvelő kivonataiban is találhatók olyan anyagok, melyek az idegszövetre nem közömbösek, s melyek más idegkészülékekkel bíró szerveknek tevékenységét is módosítják. Mint ilyenek, elsősorban az izolált szerveknek (szív, bél, méh) vegetatív beidegzésű izomzata jön tekintetbe, melynek állapota kimográfos regisztrálás révén pontosan követhető.

KÍSÉRLETEK — BÉKASZÍVEN.

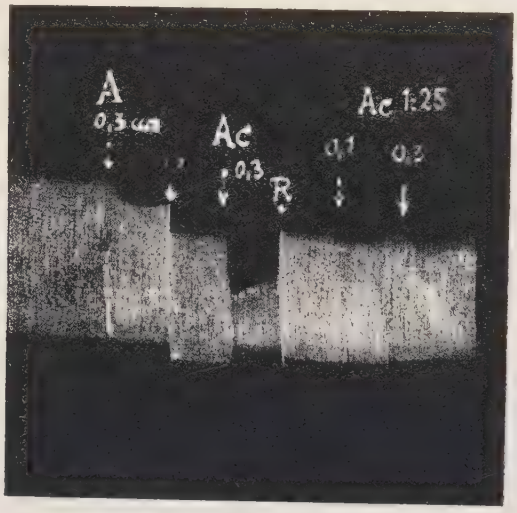
Első kísérleteinket béka (r. esculenta) szívén, béka, tengerimalac és nyúl agyvelejének kivonatával végeztük. A szív Symes—Straub-kanülre kötve, kb. 1·5—1·5 cm³ Ringer-, illetőleg béka-izotóniás Locke-oldattal töltve működött. A használt Ringer-

oldat összetétele 0·6% NaCl, 0·02 KCl, 0·02 $CaCl_2$, 0·02 $NaHCO_3$ volt, — a Locke-oldaté 0·533% NaCl, 0·02 KCl, 0·02 $CaCl_2$, 0·066 $NaHCO_3$, 0·066 glucose.

Három béka nagyagyát (a nyúltvelőtől felfelé) dekapitáció után kivéve és tiszta quarzporral 3—5 cm^3 fiziológiás oldatban eldörzsölve, Schleicher—Schüll-féle 597. sz. papíron szűrve, kissé opaleszkáló oldatot kapunk, melynek 1 cm^3-e elkészítés után a kanülbe víve, a szív működését sem inotrop, sem chronotrop tekintetben nem változtatja meg. Ugyanez érvényes a tengerimalac-koponyaagyvelő, színtúgy a nyúlagyvelő hasonló módon készült kivonatára (0·1—0·3 g 5 cm^3 Ringerben).

Hatásos kivonathoz jutunk azonban, ha az agyvelőt alkohollal extraháljuk, s ezt elpárologtatva, a maradékot a tápláló folyadékban oldjuk. Minthogy magának

1. ábra.
Békaszív. A = $^1/_4$ békaagyvelő alkoholos extraktumának hatása (1 cm^3 Ringeroldatban nyujtva). R = Egyszeri folyadékváltás, mely még nem vezet restitucióra.



2. ábra.
Békaszív. A = $^1/_7$ békaagyvelő nyujtása (0·3 cm^3 Ringerben oldva). R = egyszeri illetve többszöri öblítés Ringer-rel. Ac = Ugyanaz alkoholos extraktum acetyláltan. Ac 1 : 25 = az acetylált extraktum Ringerrel 1 : 25 higítva (erősítés közel 25-szörös.)

az agyvelőnek víztartalma az első alkoholos oldásnál jelentékeny mennyiségű orgánikus alkatrész oldatbajutását teszi lehetővé, az első kivonat bepárlása után (vízfürdőn), az oldást 99·8% alkohollal, szűrést és bepárlást 1—2-szer megismételtük, s ezután vettük fel a visszamaradó anyagot Ringer- vagy Locke-oldatba.

Egy kifejlett béka agyából ily módon kivont anyagoknak 2—3 cm^3 Ringerrel készült oldata (belőle 1 cm^3) kifejezett negatív, inotrop hatást okoz (1. ábra). E hatást az alkoholban oldható orgánikus anyagok hozzák létre. Elhamvasztva az extraktumot s a maradékot Lockéban oldva, a szívre gyakorolt hatás elmarad.

Egy kísérletben pl. 1·5 g nyúlagyvelő 3-szoros alkoholos oldás után készült maradékának egyik felét platinacsészében gyenge izzáson elhamvasztottam s a maradékot 15 cm^3 Lockéban oldottam. A másik felet közvetlenül vettem fel ugyanazon oldatba. Míg az első részlet teljesen hatástalan volt, a másik kifejezett inotrop és chronotrop hatást eredményezett.

A békaszívre ható anyag nem cholin. Ez a szokásos acetylálásos módszerrel mutatható ki. A cholint vagy cholintartalmú folyadékot (háromszor) ecetsavanhidriddel párolva be, a cholin közel quantitative acetylcholinná alakul, melynek hatása — qualitatív egyezés mellett — a békaszívre 100.000-szer erősebb.

Ha a hatóanyag tisztán cholinból állana, úgy ezen eljárással hatását 100.000-szer nagyobbá tehetnők, ugyanennyiszer kisebb koncentrációban kellene tehát adnia az eredeti hatást. Kísérleteim eredménye szerint a hatás fokozása csak 15—25, átlag kb. 20-szorosra tehető (2. ábra). Eszerint az egész mennyiségnek mintegy 0·2‰-e lehet csak cholin. A valóságban ez érték bizonyára még kisebb, minthogy a vízfürdőn való bepárlásnál a lecithin bomlásából is szabadulhat fel cholin. Emellett a bepárlás után visszamaradó anyagok megkötik az ecetsavanhidrid egy részét, melyből az nehezen űzhető el. Minthogy már ilyen kis mennyiségek hatásukban az acetylcholint utánozzák, a cholin-meghatározás eredményét e hibaforrás is emeli, úgyhogy az agy alkoholextraktumában lévő szabad cholin mennyisége legfeljebb nyomokra tehető.

Régebben kémiai módszerekkel dolgozva *Gulewitsch*, újabban *Shimizu*, szabad cholint vélt az agyvelőben kimutathatni. *Kaufmann* friss agyvelőben szabad cholint nem talált.

Nyúlagyat egészben, vagy felszeletelt állapotban 37°-os Tyrode-oldatban tartva, oxigénellátás mellett 15'-től 3^{h}-ig (2 : 3 arányú higítással béka-izotóniássá téve), ez a békaszívre hatást nem gyakorol. Ugyanilyen higítású Tyrode-oldat után adva a szívnek, működésében változás nem mutatkozik.

Minthogy a békaszív az agyból kivonható anyagokkal szemben kevéssé érzékenynek látszik, e kísérleteket nem folytattam és a hatást más szerveken vizsgáltam tovább.

KÍSÉRLETEK MELEGVÉRŰEK TÚLÉLŐ BELÉN ÉS MÉHÉN.

Olyan Tyrode-oldat, mely pár percig agyvelővel érintkezett, a túlélő nyúlbélre erősen izgató hatású. Minél nagyobb mennyiségű agyvelőt, minél elosztottabb állapotban, minél hosszabb ideig tartunk bizonyos mennyiségű folyadékban, annál nagyobb kontraktúrát hoz ez létre a túlélő bélen.

E kísérletekhez 0·8—2·5 kg súlyú nyúlakat használtam, részben urethannarkózisban (30—40 cm^3 20% oldat bőr alá), részben éternarkózisban véve ki a trepanált koponyafalon át agyvelejüket. A kísérletek harmadik részében narkózis nélkül és tarkóütés után kerültek az állatok feldolgozásra. A legtöbb esetben a szív balkamrájába, avagy az aortába kötött kanül segítségével oxigénezett, testhőmérsékű Tyrode-oldattal mostam át az állatot, hogy így az agy vért lehetőleg ne tartalmazzon. Az állat belét, illetőleg méhét az agy után vettem ki. Mind e szervek azonnal 37°-os Tyrode- (t. k. Locke-)oldatba kerültek, melynek összetétele a következő volt: 0·8% NaCl, 0·02 KCl, 0·02 $CaCl_2$, 0·1 $NaHCO_3$, 0·1% glucose. A bélmozgás regisztrálása Magnus szerinti preparátumon, előző hasonló természetű munkáimban használt módon történt.[8]

Berendezésemben a 3—4 cm hosszú felvágatlan vékonybéldarabka kb. 20 cm^3-nyi térfogatú és Tyrode-oldatot tartalmazó edénybe van függesztve (az oxigén beveze-

tésére szolgáló üvegcső alsó végéhez), a felső végébe akasztott horog fonala segélyével a kymográphpapíron jelző íróemelőt mozgatja. Ezen edény nagyobb, elektromos körtével melegíthető vízfürdőben foglal helyet, s alsó kivezető csöve kinyúlik a vízfürdő falán. Csapjának nyitása révén az edény tartalma kivezethető. A friss folyadék betöltése felülről történik. A folyadékcsere alkalmával az e célra szolgáló csípő az íróemelőhöz vivő fonalat megfogja, úgyhogy a belet zavaró mechanikai inzultus nem éri. Azonos oldatok cseréjénél e berendezés mellett a mozgásállapot nem is mutat számbajövő változást. A bélpreparátumok megterhelése minden kísérletünkben kb. 2·7 g-ot tett ki.

Jó spontánmozgású bélkészítményen, az aggyal érintkezésben állott Tyrode-oldatot hozva vele érintkezésbe, hirtelen fellépő kontraktúra mutatkozik, amely erős vagy még tovább erősödött mozgásamplitudó mellett percek alatt részben, néha egészen is megszűnik. Az amplitudó emellett gyakran tovább emelkedő marad. Friss Tyrode-oldat nyujtására percek alatt múló gátlás (tónus- és amplitúdócsökkenés) áll be. Mindez arra mutat, hogy (legalább részben) potenciálhatásokkal van dolgunk, melynél kiváltó ingerként a hatóanyagnak a sejt és a környező folyadék közötti egyenlőtlen elosztása (illetőleg a be- és kidiffundálás folyamata) szerepel (8—12). Így az anyag nyújtásánál a hatás, legalább kezdetben, „augmentációs" természetű, míg a kimosásnál a gátlás „diminúciós" hatás. (3. ábra.)

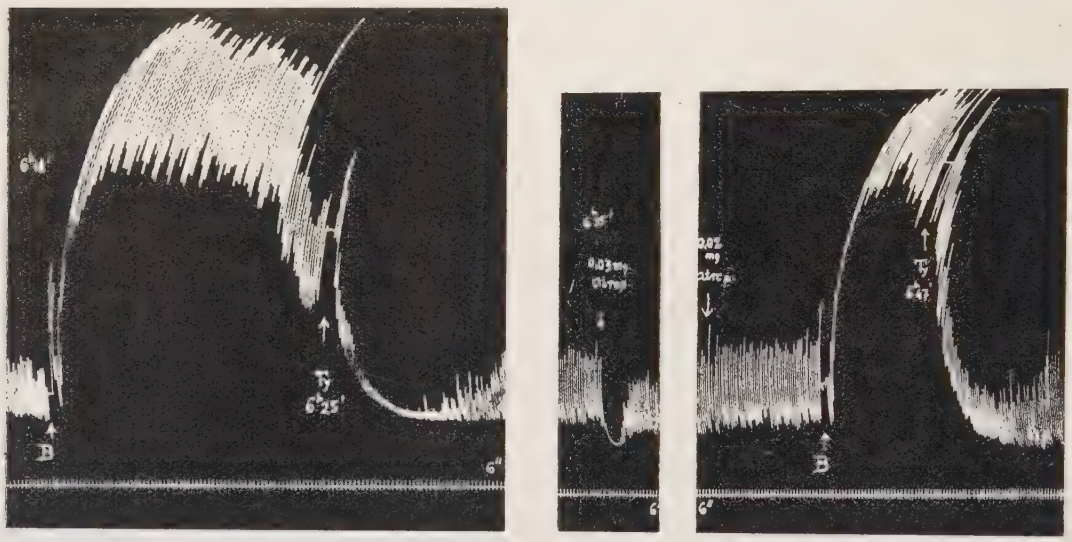
3. ábra.

Nyúlbél. B = $^1/_4$ aprított nyúlagy biodialysátuma (15 perc, 60 cm³ Tyrodeoldat Ty = váltás friss Tyrodera. [A mozgások nagyítása a görbéken a bél- és méhkísérleteknél 4·5-szeres; időjelzés minden ábrán: 6 másodperc.] Ezen ábra 1 : 1·7 arányban kicsinyített.

Egyes esetekben az augmentációs izgalmat rövid ideig tartó gátlás előzi meg. Úgylátszik, a folyadék hatása nagymértékben függ a bél állapotától. Minél erősebbek az automatás mozgások, annál nagyobb a létrejövő kontraktúra. Olyan bélpreparátum, amely valamilyen okból gyenge és rendetlen mozgásúvá válik, alig nem, vagy fordítva reagál egyébként erős hatású oldatokra. Így ha a belet a folyadék eltávolításával egyideig levegőn hagyjuk, utána Tyrode-oldatban is ritka, alacsony és rendetlen spontánkontrakciói vannak. Ilyen állapotban az előbb erősen izgató dózis csak a mozgásokat tette rendezetté, kontraktúrát azonban nem hozott létre. Hasonlókép refrakterré válik a bél, ha 5—10 percig kálium- és calciummentes oldatban tartjuk, mert eredeti mozgásállapota a normális Tyrode-oldatban hosszú ideig, vagy egyáltalán nem áll helyre. Ily bélen előfordul, hogy erős kontrak-

túrát okozó adag hatása éppen fordított, és jelentékeny tónuscsökkenést eredményez. Hasonlókép nem, vagy fordítva reagál a tengerimalac-vékonybél, amelynek gyakran kimutatható ok nélkül sincsenek spontánmozgásai. E különbség közelebbi vizsgálata talán támpontot fog szolgáltatni az agyból kidiffundáló anyag hatásmódjának megismerésére.

A nyúl egész nagyagyát in toto, lehetőleg sértetlen állapotban helyezve 60 cm³ oldatba, a folyadék, 1—2 óra multán vizsgálva, a bélen erős, néha közel maximális kontraktúrát képes előidézni. 10—15' alatt a hatás még kevésbbé kifejezett s alacsony, közepes kontraktúrában nyilvánul. A hatóanyag kidiffundálását nagyon meggyorsíthatjuk, ha az agyvelőt apróbb darabokra szeleteljük. Pl. átlag $^1/_{20}$—$^1/_5$ cm³-es



a) *b)* *c)*

4. ábra.

Nyúlbél. B = Agyvelőbiodialysátum ($^2/_3$ nyúlagy aprítottan, 60 cm³ oldatban) Ty = friss Tyrodeoldat. A hatás ugyanoly magas atropin nélkül (4*a*), mint atropin után (4*c*). Mindkét görbe kicsinyített, 4*a* 1 : 2 arányban, 4*b* és 4*c* 1 : 2·5 arányban!

átlag kb. 1 mm vastag darabokban téve az agyvelőt 60 cm³ Tyrodéba, ez már 10—15' alatt igen erős hatású. Ha az agyvelőt tartalmazó folyadékot 15—30'-enként megújítjuk, s az egyes részleteket (filtrálás után, mint mindig) a bélen vizsgáljuk, úgy a hatásosság folytonos csökkenését tapasztaljuk. Az 5—6 órán túl, a 15—30 perc alatt felszabaduló mennyiség már alig, vagy egyáltalán nem is hatásos. Úgy látszik, a belet izgató anyag az agyvelőben csak korlátolt mennyiségben áll rendelkezésre.

Hatáserősségét tekintve, az agyban ezen anyag igen nagy mennyiségű. A legjobban megláthatjuk ezt, ha az agyból kivett kicsiny metszetet vizsgálunk, s a hatás erősségét valamely standardanyagéval, pl. cholinéval hasonlítjuk össze. 20 cm³ Tyrodeoldat, melyben 100 mg súlyú, nedvesen, torziósmérlegen mért, néhány tizedmilliméter vastagságú agyszeletkét tartottunk 2—3 óráig, a bélnek nyujtva már erős kontrakturát idéz elő, aminőt kb. 0·5—1 mg cholinchloriddal válthatunk ki ugyanazon prepa-

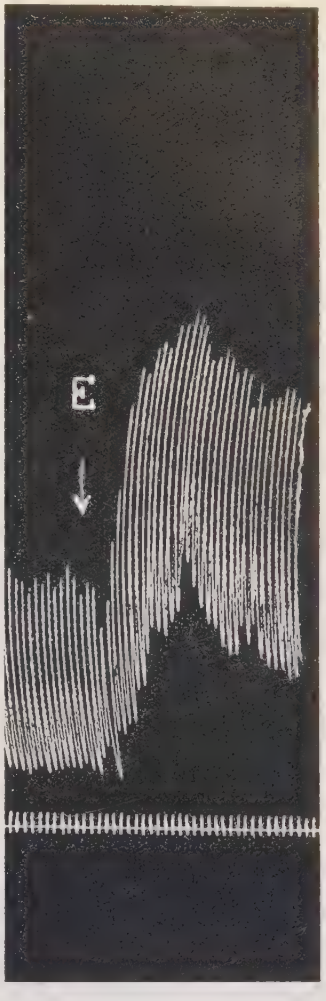
látumon. A további órák alatt kb. mégegyszer annyi izgatóanyag diffundál ki a bélből. Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy ha az izgatóanyag cholin volna (alább látni fogjuk, hogy a valóságban nem az), úgy az agy mintegy 1—2%-ának cholinból kellene állnia. Ezen összehasonlítás mutatja, hogy mérges anyagok az agysejtek belsejében mily nagy hatáserősséget képviselő mennyiségben vannak jelen. (7. ábra.)

A hatóanyag megjelenése a külső folyadékban nagyjában független a hőmérséklettől. A jégszekrényben (kb + 4°-on) tartott oldatban bizonyos idő alatt ugyanolyan hatáserősségben jelennek meg hatóanyagok, mint 37°-os vízfürdőben.

Nincsen jelentős különbség a szürke és a fehér állomány között a hatóanyag mennyisége tekintetében. 70 mg súlyú kortexrészlet 20 cm^3 oldatban 4 óra alatt kb. ugyanolyan hatáserősségű izgatóanyagot ad le, mint 100 mg fehérállomány (corpus callosum, pons).

A bélre gyakorolt *hatás atropinnal nem szüntethető meg,* s előzetes adott jelentős atropindózisok sem képesek kifejlődését megakadályozni. Olyan bélen, melyen a 20 cm^3 Tyrode-oldatra adott 0·03 mg atropinsulfát egyébként maximális kontraktúrát okozó (0·02 mg-nyi) pilocarpinadag hatását teljesen meggátolja, vagy ugyanúgy ható 0·0002 mg acetylcholinét) ugyanezen atropinkoncentráció jelenléte dacára az agyból származó izgató anyag ugyanoly kontraktúrát eredményez, mint atropin nélkül. (4. ábra.)

Kimutatható ezen izgató anyag az agyvelő vizes, illetve Tyrode-oldatos extraktumában is. 100 mg agyvelő homokkal eldörzsölt extraktuma 20 cm^3 Tyrode-oldatban a bélen közel oly erős kontraktúrát eredményez, mintha az anyag a folyadékban hosszú idő alatt a sértetlen metszetből diffundált volna ki. Nagyobb mennyiségű agyvelőből készült (koncentráltabb) extraktumok hatása aránylag gyöngébb. (5. ábra.) A különbség oka bizonyára az, hogy ilyenkor a hatóanyag egy részét az extraktum más alkotórészei észrevehető mértékben kötve tartják és hatását ezáltal meggátolják.

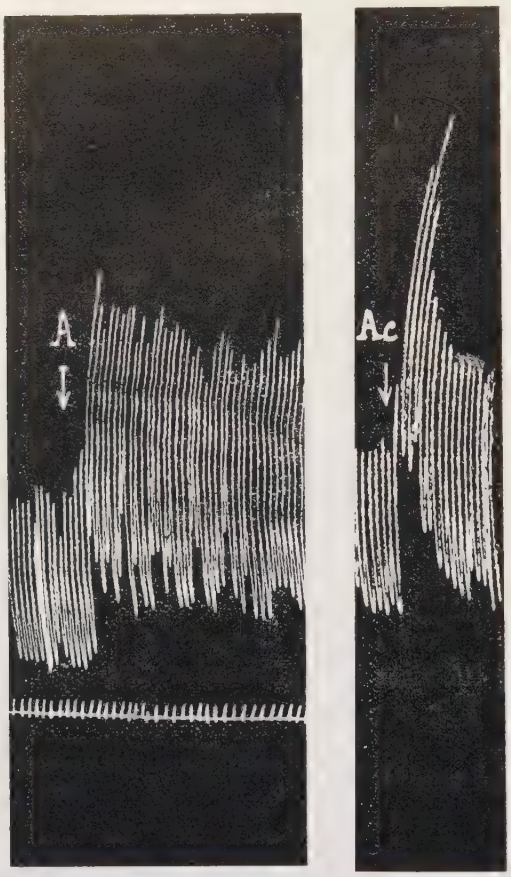


5. ábra.
Nyúlbél. E = $^1/_{20}$ nyúlagy tyrode-oldatos extraktumának hatása (20 cm^3 táplálófolyadékhoz adva.)

Az extrahálást a frissen kivett agyvelőből jeges sókeverékben történt fagyasztás után, lehűtött mozsárban, +1—4°-os Tyrode-oldattal végezve, a kivonat ugyanolyan hatásosnak bizonyult, mint az ugyanekkor, ugyanily arányban szobahőmérséken készült. Az alkoholos extraktum gyenge hatású. 96%-os alkoholba tett agyvelőt (0·3 g-ot pl. 10—15 cm^3 alkoholba) ott homokkal eldörzsöltem, a szüredéket vízfürdőn bepároltam, a maradékot 99·8% alkoholban oldottam, szüredékét ismét bepároltam s a maradékot most vettem fel 20 cm^3 Tyrode-oldatba. Az így kapott

extraktum, igen érzékeny bélen is, gyönge hatásúnak vagy hatástalannak mutatkozott. (Alkoholos extraktum hatását lásd a 6. ábrán.)

A nyúlagyvelőhöz hasonló mértékben hatásos nyúlbélen a tengerimalacagyvelő extraktuma, illetve biodialysátuma. (A felszeletelt agyvelőből nyert oldat nem egészen érdemli meg e nevet, mert kb. az átmenetet képviseli a biodialysatum és az extraktum között. A biodialysatum elnevezést az extraktumtól való megkülönböztetésül használom.) Olyan extraktumok igen hatásosnak bizonyultak nyúlbélen, melyek ugyanazon tengerimalac belére teljesen hatás nélkül voltak.



6*a* 6*b*

6. ábra.

Nyúlbél. A = $^1/_{40}$ nyúlagy alkoholos extraktumának hatása (6*a*). Ac = Ugyanaz extraktum $^1/_{100}$ része acetylálás után (6*b*).

Izgató anyagok diffundálnak ki a *béka* agyvelejéből is. Három béka nagyagyát 20 cm³ Tyrode-oldatba téve, ez 1½ óra mulva már középmagas bélkontraktúrák előidézésére képes.

Jól hat az agyvelő extraktuma vagy „biodialysatuma" túlélő *méhen* (nyúlén, tengerimalacén) is. Itt is izgató hatású. A kontraktúrák nyúlméhen múlóak, míg virginális tengerimalacméhen tartós (manens) természetűek. (8. ábra.) Kimosásnál a tónus fokozatosan az eredeti értékre süllyed vissza. Ha azt vizsgáljuk, hogy a hatóanyagot tartalmazó oldatnak milyen adagja képes a bélen és méhen épp észrevehető hatást előidézni, úgy ezt körülbelül egyenlőnek találjuk. Pl. egy 4 órás biodialysatum (az egész agy felszeletelve 60 cm³ Tyrodeban), mind nyúlbélen, mind tengerimalacuteruson (virginális, 120 g súlyú állattól véve) az 1:100 arányú higításban okoz éppen észrevehető hatást. Egyes esetekben még a bél bizonyult valamivel érzékenyebbnek. Fontossággal bír e körülmény, mint alább látni fogjuk, a hatóanyag kémiai természetének megítélése szempontjából. (Hasonló összeállítást l. 9—11. ábrán.)

Ha az extrahálást sósavval neutralizált vagy gyöngén megsavanyított Tyrode-oldattal végezzük, úgy valamivel erősebb hatású oldathoz jutunk. Sőt a biodialysatum és extraktum hatása is erősíthető gyengén savi kémhatás mellett végzett hevítés által. Az ilyenkor felszabaduló anyag azonban az automatás mozgásokat némileg gátolja, úgyhogy ezek a kontraktúra elején hosszabb-rövidebb ideig hiányzanak.

A HATÓANYAG NÉHÁNY TULAJDONSÁGÁRÓL ÉS KÉMIAI ÖSSZETÉTELÉNEK KÉRDÉSÉRŐL.

A vegyi összetétel felismerésében egyrészt az anyag kémiai-fizikai tulajdonságainak, másrészt hatásmódjának vizsgálására kell támaszkodnunk.

A biodialysatum hatóanyaga eléggé hőálló. Tyrode-oldatban 5—10'-es forralás, illetve forró vízfürdőben való hevítés után hatásában alig, vagy semmit sem veszít. Vízfürdőn végzett bepárolás és újraoldás után az anyag jelentős hányada elvész. Neutrális kémhatás mellett végezve a bepárlást, a veszteség kisebb, vagy semmi.

A szobahőmérséken eltett oldatok már az első nap alatt megzavarosodnak, s ezzel egyidejűen hatásuk gyöngül.

Izzítás közben a hatóanyag elpusztul. Platinacsészében bepárolva az erős hatású oldatot s néhány percig enyhe vörösizzás után a maradékot az eredeti térfogatra oldva, az bélen hatást nem ad.

Ez a körülmény arra mutat, hogy az anyag nem anorganikus só. Mint hatásos anorganikus alkatrész egyébként is csak a kálium és a foszfát-anion (akár I., akár II.) jöhet tekintetbe, minthogy csak ezek képesek bélen jelentékeny kontraktúrát előidézni. Kémiai mehatározásuk azt mutatja azonban, hogy sem a K nem szaporodott meg oly mennyiségben, hogy a hatásért felelős lehetne, sem a P nem jelenik meg az oldatban oly koncentrációban, hogy a találtat megközelítő foszfátkontraktúrát okozhatna. E két alkatrész együttesen sem képes megközelítően is oly hatást kifejteni, mint maga az oldat.

Egy biodialysatum pl., mely a felszeletelt agyvelőt 15'-ig tartalmazta, közel maximális kontraktúrát hozott létre, holott a K-tartalom a Tyrode-oldat 10·9 mg% (100 cm^3-ben ennyi mg) káliumával szemben, (mely 0·0209% KCl-nek felel meg), csak 14·2 mg%-ra emelkedett (= 0·0271% KCl). Az észlelt hatás előidézésére azonban a K-tartalom megkettőzése sem elég s rendesen 3—4-szeresére való emelés szükséges. (A meghatározások Kramer és Tisdall mikromódszere alapján történtek.) Ugyanazon folyadékban a foszfortartalom (Bell és Doisy koloriméteres eljárása szerint) 0·85 mg%-ot tett ki, ami mindössze 3·8% I. Na-foszfátnak felel meg. (A Tyrode-oldat eredeti összetételében, 0·005% NaH_2PO_4 szerepel.) E csekély foszfáttartalom elhagyása vagy nyujtása a bél mozgására hatással nincsen. Egy más, ugyancsak 15'-es kísérletben pl. (magas bélkontraktúra), a P-tartalom 1·16 mg% (5·16% NaH_2PO_4). Ugyanezen agyvelő 2¼ órás folyadékában, mely bélen és nyúluteruson 1 : 80 higításban észrevehető hatást, 1 : 10 higításban pedig közel maximális bélkontraktúrát adott, 2·01 mg% P, (= 8·95 mg% foszfát) tartalom adódott. (A hatásokat l. a 9—11. ábrán.)

Egy rövid idő alatt (5 perc) nyert közepes kontraktúrát adó biodialysatumban a K-tartalom 10·9 mg%-ról csak 11·4 mg%-ra emelkedett, a P-tartalom pedig elszínesedést nem adó, a színreakcióval ki nem mutatható alacsony maradt. A K-tartalom egy 10 órás igen erős hatású biodialysatumban is 11·3 mg%-ról csak 14·15 mg%-ra emelkedett.

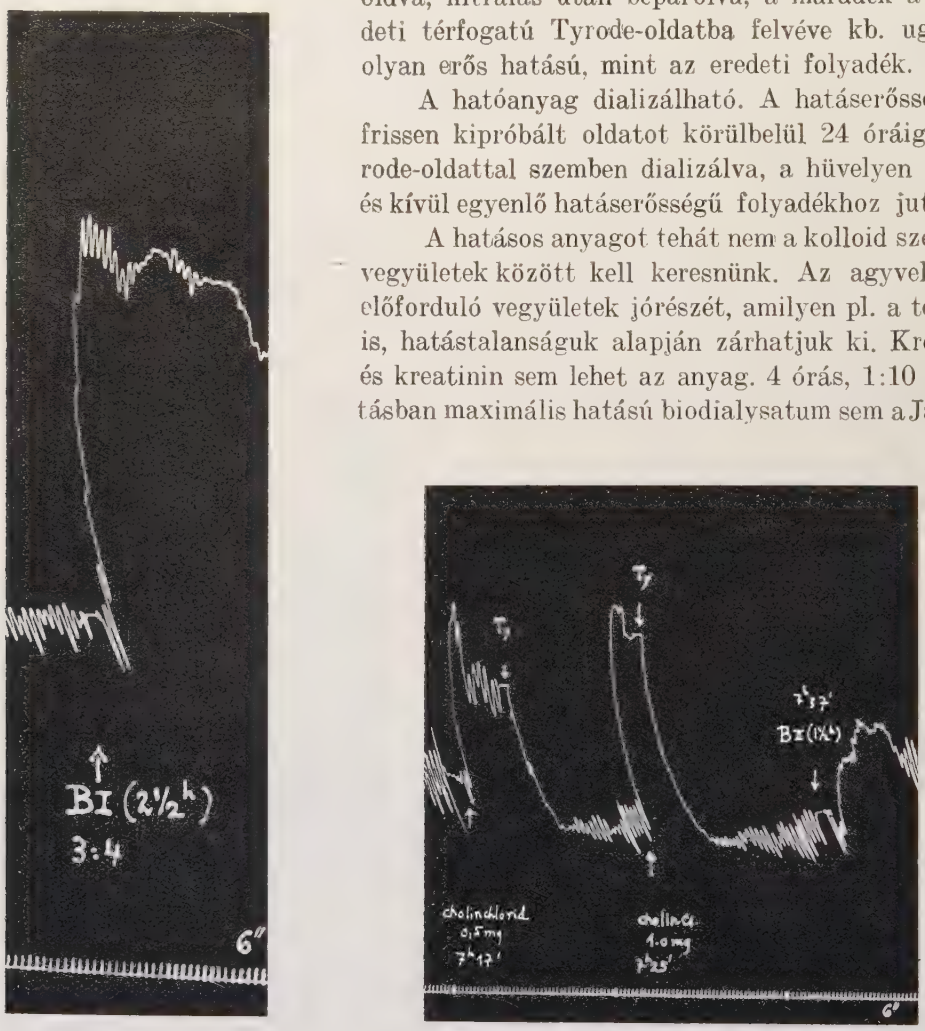
Minthogy a nátrium a nyúlagyban a káliumnál jóval csekélyebb mennyiségben fordul elő, kontraktúrát pedig csak jóval nagyobb koncentrációban ad (10), a Ca és Mg pedig bélen ellenkező értelemben hatnak, már ezek alapján sem lehet a hatóanya-

got az anorganikus sók között keresnünk. A hidrogénionkoncentráció süllyedése sem jöhet szóba egyrészt azért, mert kontraktúrái más képet mutatnak, főként azonban azért, mert a hatáshoz elegendő lúgosodása az oldatnak nem jön létre. (10.)

A hatóanyag *alkoholban oldható*. A neutralizált biodialysatum bepárlásával nyert maradék abszolút (99·8%) alkoholban oldva, filtrálás után bepárolva, a maradék a kezdeti térfogatú Tyrode-oldatba felvéve kb. ugyanolyan erős hatású, mint az eredeti folyadék.

A hatóanyag dializálható. A hatáserősségére frissen kipróbált oldatot körülbelül 24 óráig Tyrode-oldattal szemben dializálva, a hüvelyen belül és kívül egyenlő hatáserősségű folyadékhoz jutunk.

A hatásos anyagot tehát nem a kolloid szerves vegyületek között kell keresnünk. Az agyvelőben előforduló vegyületek jórészét, amilyen pl. a tejsav is, hatástalanságuk alapján zárhatjuk ki. Kreatin és kreatinin sem lehet az anyag. 4 órás, 1:10 higításban maximális hatású biodialysatum sem a Jaffé-,



a *b*

7. ábra.

Nyúlbél. BI. = 95 mg súlyú nyúlagymetszet $2^1/_2$ órás biodialysatumának (20 cm^3 Tyrode) hatása, 3:4 arányú higításban (7 *a*). Összehasonlításul: 0·5 és 1·0 mg cholinchlorid hatása u. a. bélen. BII. = u. a. agymetszetből nyert további $1^1/_2$ órás biodialysatum hatása. 7 *a* = eredeti nagyság; 7 *b* 1:1·9 arányban kicsinyített.

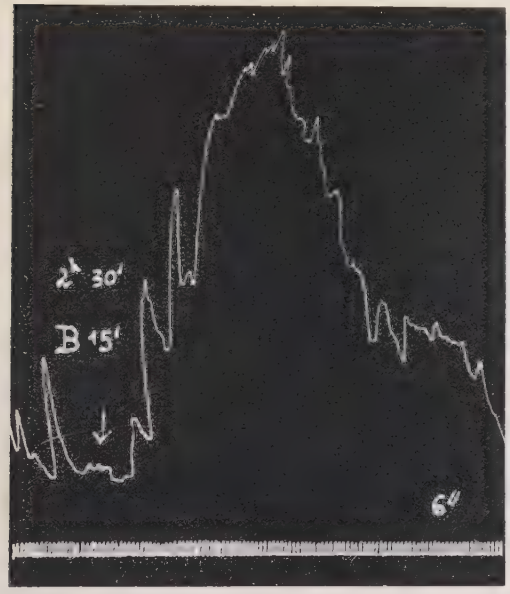
sem a Weyl-féle reakciót nem adja, még több órás sósavas hidrolizis után sem, holott az észlelt hatáshoz jelentékeny kreatin-, illetve kreatininmennyiségek volnának szükségesek.

Ahhoz, hogy a hatóanyagot (mely különböző vegyületek elegye is lehet) biztos-

sággal azonosíthassuk, még további munkára van szükség. Jelentőséggel bír azonban, ha a lehetőségek sorát tovább is beszűkíthetjük.

Bizonyítható ugyanis, hogy anyagunk sem *cholin*, sem *cholinester*, sem *histamin*, sem *hypophysin* nem lehet. A cholin és histamin elsősorban jönnek szóba, mert újabb, alább említendő vizsgálatok szerint különböző szervek hatóanyagai között ezek dominálnak. Egy másik újabb szerző viszont az agy biodialysatumának hatóanyagát hypophysinben, illetve ehhez közelálló vegyületben keresi.

Azt, hogy a hatóanyag *cholin nem lehet*, ez esetben is acetylálással bizonyíthatjuk. A kipróbált hatású biodialysatumot sósavval enyhén megsavanyítva, aetherrel kiráztuk (hogy így a lecithintől megszabadítsuk, mely cholint szabadíthatna fel), a vizes fázis lemért hányadát vízfürdőn bepároltuk s acetanhydriddel az előírt módon kezeltük (Le Heux[15]). A kapott maradék az eredeti térfogatban oldva, az eredeti oldásnál csak 10—20-szor bizonyult hatásosabbnak, holott acetylcholin nyúlbélen 10.000-szer hatásosabb a cholinnál. A hatóanyagnak tehát csak elenyésző része lehet cholin. E mellett bizonyít egyébként az is, hogy hatás békaszívre nincsen, bár e szerv érzékenysége cholinra nézve a nyúlbéllel körülbelül egyenlő.

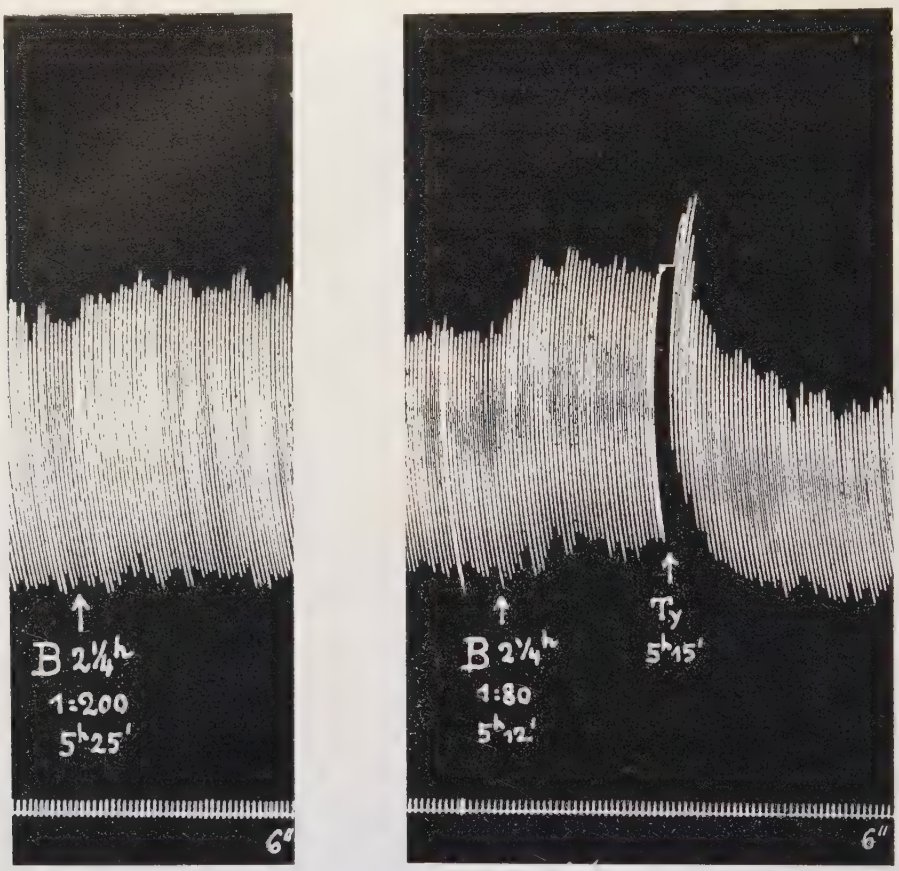


8. ábra.
Nyúlméh. B = 15 perces biodialysatum hatása. (Aprított nyúlagy 60 cm³ Tyrodeban.)

9. ábra.
Nyúlból. B. = Az egész aprított nyúlagy $2^1/_4$ h-ás biodialysatuma (60 cm³) 1:10 higításban. Kisebbítés 1:1·33 arányú.

Nem lehet a hatóanyag *cholinester sem*, legalább is az acetylcholinhoz hasonló

viselkedésű ester nem lehet. Következik ez egyrészt abból, hogy a hatás atropinozás után is létrejön. De igen különböző a kérdéses anyag és az acetylcholin bélhatásának hőkoefficienso is. Úgy találtuk, hogy 22—23°-on, mikor a bél mozgásai gyengék és rendezetlenek, az acetylcholin magasabb kontraktúrákat vált ki, mint testhőmérséken, míg az agy hatóanyaga jóval gyengébben hat.



10 *a* 10 *b*

10. ábra.

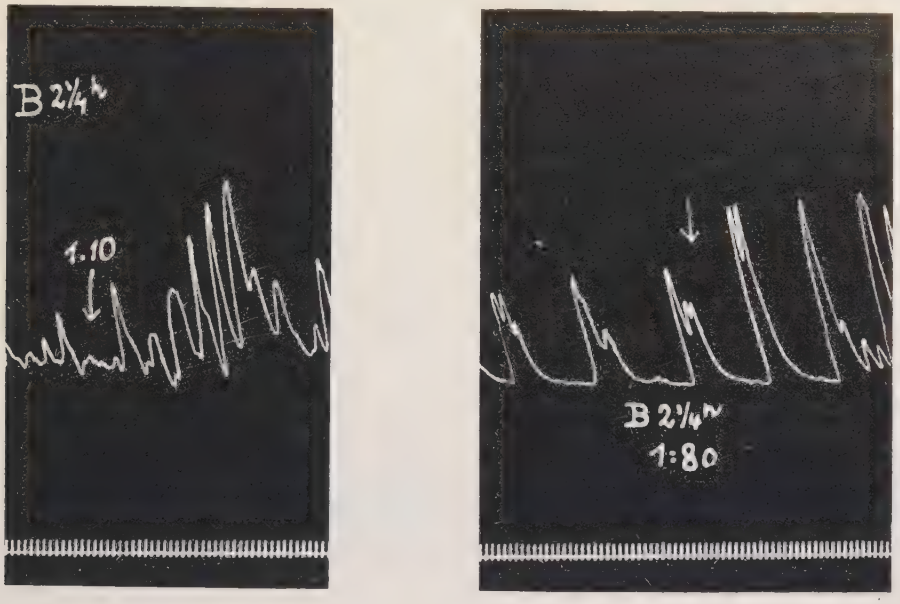
Nyúlbél. A 9. ábra. biodialysatumának hatása 1:200 higításban (10 *a*) és 1:80 higításban (10 *b*).

Hypophysinnel és histaminnal való azonosságot a bélre és az uterusra gyakorolt hatások erősségének összehasonlításával lehet eldönteni. Láttuk, hogy az agy hatóanyaga legalább is ugyanoly erősségben hat a nyúlbélen, mint nyúl- vagy tengerimalacuteruson. Azon legkisebb koncentrációk, melyekben hatásuk még éppen fölismerhető, bélen sokszor még kisebb, mint az uteruson. A hypophysinre és histaminra nézve a helyzet más, amennyiben a méh ezekkel szemben sokszorta érzékenyebb. Ugyanazon bélpreparátum pl., melyen egy adott agykivonat 1:200 higításban fölismerhető izgató hatást gyakorolt, a „Pituisan"-nak (a Chinoin-gyár hypophysinkészítményének) csak

1:40 higítására reagált. Az ugyanekkor vizsgált virginális tengerimalacméhre csak 1:100 higításban, tehát töményebb oldatban hatott észrevehetően az agykivonat, míg a pituisan már 1:3000 higításban.

Hasonlókép áll a helyzet a histaminra. Egy esetben a hatásos küszöb-koncentráció az agy anyagára nyúlbélen és nyúluteruson azonos, míg histaminra ugyanekkor a bélen 0·03 mg%, uterusra pedig 0·001 mg%.

A hatóanyagot tehát az agy egyéb ismert vagy ismeretlen alkatrészei között kell keresnünk. A munkát ezen irányban is folytatjuk.



11 *a* 11 *b*

11. ábra.

Nyúlméh. A 9. ábra biodalysátumának hatása méhre 1:10 (11 *a*) és 1:80 higításban (11 *b*).

MÁS SZERVEK KIVONATAINAK HATÁSÁRÓL.

A túlélő szervek állapotát nem csupán az agy kivonatanyagai képesek megváltoztatni, ilyen anyagok minden szövetben előfordulnak. A vázizom vagy szívkamra extraktumaiban — régebbi vizsgálataim szerint (2) inkább a bélmozgást gátló anyagok dominálnak, s a tónusfokozó hatás csak kezdeti bénulás után jut érvényre. A szívpitvarban a tónusfokozó anyagok annál nagyobb mennyiségben foglaltatnak a gátlókhoz képest, minél vékonyabb és kevésbbé izmos az. Jelen kísérleteim szerint a máj extraktumai, illetve a felszeletelésével nyert infuzumok, inkább gátló hatásúak. Az agy hatásaihoz quantitatíve is közeláiló hatást nyerhetünk a lép és vese anyagaival. E szervekben sem vezethetők vissza a hatások a vér alvadásánál felszabaduló ismert anyagokra, mert a Tyrode-oldattal előre átmosott állatból is készíthetők. Lehetséges-

nek kell tartanunk, hogy ezen anyagok minden sejt lényeges alkatrészei, s a tónusra gyakorolt hatás inkább csak a gátló anyag jelenlététől vagy hiányától függ. A vesére és lépre nézve számolnunk kell azonban azon lehetőséggel is, hogy talán a más szervekben keletkezett s a vér útján odajuttatott hatóanyagokat magukban felraktározzák.

A különböző szervekből nyert kivonatok pharmakológiai viselkedésére nézve az újabb irodalomban több adatot találhatunk.

A KÉRDÉS IRODALMA. KÖVETKEZTETÉSEK.

Szövetextraktumok fiziológiás hatásait eleinte inkább a vérnyomás s a kezelt állatok külső megfigyelése révén vizsgálták. *Heidenhain* 1891-ben írta le, hogy a bél falából készült extraktumok vérnyomást süllyesztő hatásúak. Emellett a vér alvadékonyságának csökkenése, mélyebb és szaporább légzés és fokozott bélperisztaltika a jellegzetes tünetek. *Oliver* és *Schaefer* 1895-ben a lépextraktumra nézve mutatták ki ugyanezt. *Osborn* és *Vincent* 1899-ben az idegrendszer minden részéből készült extraktummal a vérnyomás múló süllyedését tudták előidézni. Az extraktumok csak igen kevés cholint tartalmaztak. A hatás már azért sem volt cholinnal magyarázható, mert az extraktum atropin nyújtása után is vérnyomásesést okozott. *Vincent* és *Sheen* a különböző szövetek egész sorából vontak ki depressziós hatású anyagokat. *Vincent* és *Cramer* szerint idegszövet vizes extraktumában a vérnyomást csökkentő anyagoknak két csoportja különböztethető meg: egy alkoholban jól s egy alkoholban nehezen oldódó rész. Az előbbi ugyancsak összetett és atropinnal antagonizálható és atropinra rezistens komponensekre oszlik. *Pick* és *Spiro* (1900) a híg sósavval extrahált gyomor- és bélnyálkahártya alvadást gátló és mérgező hatását látták. *Bayliss* és *Starling* hasonló kivonatokban (1902) a secretin jelenlétét és hatásmódját ismerték fel. Részletesen foglalkozott különböző szövetextraktumok (közöttük agyextraktum) hatásával *Popielski* (1908—1909), aki a hatásnak a Witte-peptonéhoz való hasonlatosságát hangsúlyozta. Ő úgy gondolta, hogy a hatóanyag mindezen oldatban ugyanaz és „vasodilatin"-nak nevezte el. A fokozott bélperisztaltikát szerinte nem az anyag direkt hatása hozza létre, hanem az erős értágulat következtében a bél falában beálló pangás, mely a szénsav erős fölhalmozódásához vezet.

A bélfalnak perisztaltikát fokozó anyagait, melyeket 1903-ban *Enriquez* és *Hallion* is ismertet és „motilin"-nak nevez, újra felfedezi *Zuelzer* (1908). S minthogy a lépben különösen nagy mértékben találja meg, úgy képzeli, hogy a lép ezt az anyagot magában felraktározza. A lépből készült extraktumokat a bélperisztaltika fokozására „hormonal", majd „neohormonal" néven gyakorlatilag is alkalmazni próbálták, de erős vérnyomássüllyesztő hatása miatt veszélyesnek bizonyult. A hormonal experimentális alapon is támadásokban részesült *Dittler* és *Mohr*, szintúgy *Sabatovski* részéről, akik szerint izolált, túlélő bélkészítményre a lépextraktum nem is hat, s emiatt a hatásmódot *Popielski* szerint közvetettnek képzelik el. *Dittler* és *Mohr* közleményének ábrái alapján állításuk okát is megtalálhatjuk. A bél automatás mozgásai görbéiken teljesen, vagy majd teljesen hiányzanak. Az ilyen bélkészítményeken a mi extraktumaink is hatástalanok vagy gyönge hatásúak voltak.

A következő évekből (1909—1911) származnak *Ott* és *Scott* munkái, akik szerint szintén a lép extraktuma izgatja legjobban a nyúlbelet. *Wieland*nak Magnus intézetében tett megfigyelése, hogy a túlélő bél tápláló folyadékába mozgástfokozó anyagot ad le, később ugyanitt a cholin kimutatására vezetett (*Le Heux*, 28), szintúgy azon tétel kiépítéséhez, hogy a bélfalban jelenlevő cholin t. k. a bélmozgásnak fiziológiásan is ható hormonja. *Backmann* vizsgálatai szerint (1921) más szervek biodialysatumai is fokozzák azok működését, bár a cholin ezekben csak alárendelt szerepet játszik.

Szervextraktumoknak az adrenalinnal szemben gátló hatását *Collip* írja le 1920-ban s ugyanezzel a kérdéssel foglalkozik *Berggreen* (1926). (Ez ellen v. ö. *Steppuhn* és *Sargin:* 32.) *Stoljarska* szerint a vasodilatin minden szerv extraktumában előfordul, még a legkiméletesebb eljárásokkal készültekben is. (1925.) Úgy tónusemelő, mint tónuscsökkentő hatásokat talál *Tsuruda* különböző szerveken (1925). Egész állatoknak injiciált szövetextraktumok hatását írják le *Lumière* és *Couturier* (1923), *Izar, Morelli* és *Termine* (1923), *Roffo* és *Lopez-Ramirez* (1924). Az extraktumok hatásában feltűnő egyrészt, hogy hatásuk folyton csökkenő (Popielski l. c.), másrészt, hogy szérumal in vitro neutralizálhatók: *Kutscherisky* (1921), *Sakamoto* (1921). A hatást az extraktumok fehérjéi (*Lumière* és *Couturier*, l. c.), szintúgy az extraktumok éterben oldható alkatrészei is gátolni képesek (*Stern* és *Rothlin*, l. alább).

A szövetextraktumok különböző hatásait, úgy látszik, különböző anyagoknak kell tulajdonítani. Elsősorban a vér alvadására ható, kolloidális anyagokat lehetett elkülöníteni (v. ö. *Mills, Raap, Jackson* 1921). *Stern* és *Rothlin* vizsgálatai (1919—20) viszont arra mutatnak, hogy — legalább a lépextraktumban — a sima izom tónusát fokozó anyag nem azonos a vérnyomássüllyesztővel, ami egyébként is várható volt. E szerzőknek a vizes főzetből, bepárlás, alkoholban oldás, s ezen oldat maradékának zsírtalanítása, végül foszforwolfrámsavas lecsapás révén a hatóanyagot nagy mérvben sikerült tisztítani. Minthogy a lép vénás vérében nagyobb mennyiségben találták, mint az artériásban, a síma izomzat tónusát emelő hormonnak tartják s *lienin*-nek nevezték el. Tisztított preparatumuk a vérnyomást nem sülyesztette, sőt inkább emelte. Az egész állatnak adva mérgező hatást alig mutatott. A histamintól a hatóanyag abban különbözik, hogy chloroform alkalizált oldatából sem képes kioldani. A lienin a lépben preformált állapotban van jelen s nem autolysis révén, vagy az eljárás folyamán műtermékként keletkezik.

Vincent és *Curtis* egy újabb munkájukban (1926) az extraktumok hatását a histamin-cholin keverékéhez hasonlónak találják, létrejön azonban olyan körülmények között is, amikor ezen anyagok hatása elmarad. Ugyanez évben *Best, Dale, Dudley* és *Thorpe* dolgozata foglalkozik a kérdéssel, akik nagymennyiségű májból és tüdőből a hatóanyagot quantitatíve elő is állítják. Szerintük ez valóban histamin és cholin. Ezen anyagok fizikai tulajdonságai az extraktumban azonban lényegesen mások lehetnek, mint tiszta állapotban. A májextraktumban a cholin dominál s kevés a histamin, míg a tüdőextraktum hatóanyaga praktice histaminnak tekinthető, míg cholint alig tartalmaz.

A mi kísérleteink demonstrálják, hogy az agy tónusfokozó anyaga ott igen nagy mennyiségben van jelen. E mennyiség nagyságáról képet ad a bél cholintartalmával való összehasonlítás. 100 g házinyúlbél, *Le Heux* szerint óránként 3—4 mg cholint ad

ki a serosa felé magából.[28] Kísérleteink szerint 1 g-nyi agymetszet produkál ezzel egyenlő hatáserősségű anyagot, ami százszoros mennyiségnek felel meg. A hatóanyag orgánikus, nem kolloid vegyület, nem cholin, cholinester, histamin, vagy hypophysin.

Kísérleteink arra mutatnak, hogy ezen anyagnak, illetve anyagoknak, az agyszövet belsejében, normálisan is bizonyos mennyiségben, szabadon vagy lazán kötött állapotban jelen kell lennie. Azt, hogy nem műtermékkel vagy valamely elhalásos termékkel van dolgunk, a következő körülmények bizonyítják:

1. A hatóanyag csak korlátolt mennyiségben, s csak az első órákban nyerhető. Később, mikor épp a túlélő szerveken a normálistól eltérő állapotok kezdenek kifejlődni, ezeknek produkciója kimarad, illetve erősen gyengül.

2. Az anyag olyan eljárással is ugyanígy kivonható (alacsony hőmérséken), melynél az anyagcserefolyamatok (pl. tejsavképződés) minimumra szoríthatók.

3. Az agy ugyanolyan viszonyok mellett is termeli ezen anyagokat, melyek között az idegszövet állapota (mint azt a tejsavképzése, oxigénelhasználása mutatja) normális, vagy ehhez közelálló szokott lenni. Ilyen viszonyok mellett izomzatos szervek idegkészülékei ellenőrizhetően ép működést fejtenek ki.

Ami azon kérdést illeti, hogy van-e ezen anyagoknak keletkezésük helyén is hatása az agyra nézve, pozitív adatokra még nem támaszkodhatunk. Valószínűnek kell tartanunk azonban, hogy ezen anyagoknak szerep jut a szövetek, így az agyszövet működésében. Várható ez ilyen anyagok esetén, melyeknek ily jelentékeny affinitása van a protoplasma anyagaival szemben, s amely perifériás idegkészülékkel bíró szervek működését — az elmondottak értelmében — oly jelentékeny mértékben képes megváltoztatni. Lehetséges, hogy a szövetmérgek ismerete fog közelebb vinni bizonyos sejtfunkciók finomabb mechanizmusának megértéséhez.

A szíven, bélen ismerjük bizonyos szövetmérgek élettani szerepét. Ha más szervekben is mutathatók ki ilyen anyagok, jogosult ott is jelentőségüket keresni. A munkát ebben az irányban folytatom tovább.

ÖSSZEFOGLALÁS.

Béka, nyúl és tengerimalac agyvelejéből készült alkoholos kivonatok, a békaszívre negatív inotrop és chronotrop hatást kifejtő anyagot tartalmaznak. Ezen anyag hamvasztásnál elpusztul, s nem cholin, mert acetilálásra hatása csak kevéssé erősödik. Az agyvelőnek fiziológiás folyadékokkal készült extraktumai vagy biodialysatumai a békaszívre hatástalanok.

Az aggyal érintkezésben álló fiziológiás oldat erős automatás mozgással bíró túlélő bélen az amplitúdó fokozását és kontraktúrát képes kiváltani. Gyenge tevékenységű preparátumon a kontraktúra gyenge, vagy hiányzik is.

Nyúl- vagy tengerimalac-uteruson hasonló koncentrációk okoznak kontraktúrát E hatások előzetesen adott atropinnal nem gátolhatók.

A bélre és méhre ható anyag nem kálium, nem foszfát, nem anorgánikus természetű. Dializálható, alkoholban oldható, hőálló. Nem cholin, nem cholinester, nem histamin, nem hypophysin, sem kreatin vagy kreatinin.

Az agyvelőben nagy, de korlátolt mennyiségben van jelen: a bélre gyakorolt hatásában 1—2% cholinnal egyenértékű.

Vese és lép biodialysatumai az agyéhoz hasonló erős hatásokat képesek kifejteni. Valószínűnek kell tartanunk, hogy az állati sejt nagy méregtartalmának a működés terén is szerepe van.

ÜBER DIE PHYSIOLOGISCH WIRKSAMEN SUBSTANZEN DES GEHIRNS.

Von Dr. Loránd Jendrassik — Pécs.
Privatdozent der königl. ung. Erzsébet-Universität.

Nach mehreren Ergebnissen des letzten Dezenniums, werden gewisse Funktionen des Nervensystems mit Hilfe chemischer Reizwirkungen vermittelt. So sind die Wirkungen vegetativer Nerven nach der Entdeckung *O. Loewi*'s eigentlich pharmakologische Wirkungen gewisser Stoffe, welche bei der Erregung aus den Endapparaten frei werden.[1] Heute sind wir schon über die chemisch-physikalische Natur dieser Substanzen ziemlich unterrichtet. So ist die Vagus-Substanz des Herzens eine einfachere Verbindung und wohl mit einem niedrigen Cholin-Ester identisch.

Sind aber in den Geweben diese Stoffe zur Nervenwirkung nötig, so müssen diese dort frei oder in labiler Bindung in gewissen Mengen stets vorhanden sein. Eine aus dem Herzvorhof extrahierbare, und am Darme in der Richtung des Parasympathicus wirksame Substanz habe ich bereits vor Jahren beschrieben.[2] Durch *Witanowsky* (bei Loewi), sowie von *Plattner* wurde später die parasympathisch wirkende Substanz aus dem Herzen nach Vagusreizung in erhöhter Menge erhalten.

Ist die chemische Natur der Nervenwirkung an der Peripherie erwiesen, so muss mit der Möglichkeit eines ähnlichen Mechanismus auch in den Zentren gerechnet werden. Aus diesem Gesichtspunkte schien es lohnend, nach physiologisch wirksamen Substanzen im Gehirngewebe zu suchen. Als Testobjekte wählte ich die vegetativ innervierte Muskulatur isolierter Organe (Herz, Darm, Uterus), deren Zustand durch kymographische Registrierung leicht zu verfolgen ist.

VERSUCHE AM FROSCHHERZEN.

Die ersten Versuche wurden an Esculentenherzen (frischgefangene Spätsommerfrösche) mit Extrakten des Frosch-, Meerschweinchen- und Kaninchengehirnes ausgeführt. Das Herz schlug an die Symes—Straub'sche Kanüle gebunden, gefüllt mit 1·5 cm^3 Ringer-, oder froschisotonischer Locke-Lösung. Die Zusammensetzung der verwandten Ringer-Lösung war: 0·6% NaCl, 0·02 KCl, 0·02 $CaCl_2$, und 0·02 $NaHCO_3$; die der Locke-Lösung: 0·533% NaCl, 0·02 KCl, 0·02 $CaCl_2$, 0·066 $NaHCO_3$, 0·066 Glukose.

Extrahiert man das Grosshirn dreier Frösche nach der Dekapitation (mit Quarzsand verrieben) mit 3·5 cm^3 physiologischer Lösung, so erhält man (nach Filtrieren durchs Papier No. 597 von Schleicher u. Schüll) eine opaleszente Lösung, deren 1 cm^3 in das Kanül getragen (vorher sind dieselben Flüssigkeitsmengen daraus entfernt) die Herztätigkeit so in inotroper, wie chronotroper Hinsicht unbeeinflusst lässt. Eben-

dies gilt für das Meerschweinchen- und Kaninchengehirn (0·1—0·3 g auf 5 cm^3 Ringer-Lösung).

Eine wirksame Lösung ist aber zu erhalten, wenn man das Gehirn mit Alkohol extrahiert, und den nach Verdampfen zurückbleibenden Rückstand in physiologischer Lösung aufnimmt. Mit Rücksicht auf den nicht unbeträchtlichen Wassergehalt des Gehirns, ist das Lösen in absolutem Alkohol, das Filtrieren und Eindampfen noch 1—2-mal zu wiederholen. Ein auf diese Weise hergestellter, endlich in 2—3 cm^3 Ringer-Lösung aufgenommener Froschgehirnextrakt erzeugt am Herzen eine deutliche negativ inotrope Wirkung (1 cm^3 in den Kanül getragen), welche manchmal auch durch eine negative Chronotropie begleitet wird. (Abb. 1.) Diese Wirkung wird durch alkohollösliche organische Stoffe hervorgerufen. Wird das Extrakt verascht und der Rückstand in Locke-Lösung aufgenommen, so bleibt die Herzwirkung gänzlich aus. So wurde in einem Versuch die Hälfte des Rückstandes von 1·5 g Kaninchenhirn nach dreifachem Lösen in Alkohol in einer Platinschale durch schwachem Glühen verascht und der Rückstand in 15 cm^3 Locke gelöst. Die zweite Hälfte wurde in derselben Weise ohne Glühen aufgenommen. Während die erste Fraktion sich als vollständig unwirksam erwies, rief die zweite eine deutliche negativ ino- und chronotrope Wirkung hervor.

Die auf das Herz wirkende Substanz ist kein Cholin, — wie dies uns die Acetylierungsversuche lehren. Dampft man den alkoholischen Extrakt — noch vor der Aufnahme in Ringer — dreimal mit Essigsäureanhydrid ein, so wird die Wirkungsstärke, gemessen an der gleich wirksamen Konzentration, nur auf das 15—25-fache, im Durchschnitt 20-fache gesteigert. (Vgl. Abb. 2.)

Nachdem würde nur etwa 0·2‰ der Gesamtmenge aus Cholin bestehen. In der Wirklichkeit ist dieser Wert noch kleiner, da beim Eindampfen am Wasserbade Cholin aus Lezithin frei werden kann. Die letzten Spuren des Essigsäureanhydrids sind schwer zu vertreiben. Da schon Spuren dieses Stoffes negativ inotrop wirken können, wird der Wert der Cholinbestimung auch durch diesen Umstand noch erhöht. Im Sinne dieser Versuche ist im Gehirn freies Cholin höchstens in Spuren vorhanden.

Mit chemischen Methoden arbeitend, hatte *Gulewitsch* (in neuerer Zeit *Shimizu*) freies Cholin im Gehirn nachgewiesen. Durch *Kaufmann* (ebenso durch später zu erwähnende Forscher) wurde dies jedoch bezweifelt.

Wie wässerige Extrakte, so sind auch Biodialysate des Gehirns (in Tyrode-Lösung, welche nachher froschisotonisch gemacht wird) am Froschherzen völlig unwirksam. Da das Froschherz gegenüber Extraktstoffe des Gehirns sich als wenig empfindlich erwies, habe ich weiterhin andere Organe als Testobjekte benützt.

VERSUCHE AM ÜBELEBENDEN DARM UND UTERUS VON WARMBLÜTERN.

Eine Tyrode-Lösung, welche einige Minuten mit Gehirn gestanden hatte, ist gegenüber dem Kaninchendarm von bedeutender Wirkung. Diese ist umso stärker, je länger und je mehr Gehirn in je mehr zerkleinertem Zustande in bestimmter Flüssigkeitsmenge verweilt.

Zu dem Versuche habe ich Kaninchen von 0·8—2·5 kg Gewicht verwendet, deren Gehirne durch Trepanation, teils in Urethannarkose (30—40 cm³ 20% Lösung subkutan) teils in Aethernarkose herausgenommen wurden. In einem dritten Teil der Versuche wurden die Tiere ohne Narkose durch Nackenschlag getötet. In den meisten Versuchen wurden die Tiere mit sauerstoffgesättigter Tyrode-Lösung durch das Herz oder Aorta durchgespült, um das Blut aus dem Gewebe zu vertreiben. Darm und Uterus wurden erst nachher herausgenommen. Alle zur Verwendung gelangende Organe kamen sofort in körperwarme Tyrode-(eigentlich Locke-)Lösung, von der Zusammensetzung: 0·8% NaCl, 0·02 KCl, 0·02 $CaCl_2$, 0·1 $NaHCO_3$, 0·1 Glukose. Die Bewegungen des 3—4 cm³ langen Darmstückchens wurden in einer an anderer Stelle bereits beschriebenen Anordnung am Kymographion aufgezeichnet.[5] Bei diesem Vorgehen wird der Faden bei dem Flüssigkeitswechsel fixiert, so dass Störungen der Motilität aus mechanischen Gründen damit praktisch vermieden werden. Die Belastung betrug in den Darmversuchen 2·7 g.

An Darmpräparaten von guter Spontantätigkeit ruft die Spülflüssigkeit des Gehirns schnell auftretende Kontrakturen hervor, welche gewöhnlich mit energischen, oft noch verstärkten Einzelkontraktionen einhergehen. Die Kontraktur ist meistens (zum Teil oder ganz) vorübergehend. Beim Wechsel auf frische Tyrode-Lösung erhält man oft vorübergehende Hemmungen der Bewegungstätigkeit. Es scheinen also auch Potentialwirkungen (vgl. 8—12) im Spiele zu sein. (Abb. 3.)

In einigen Fällen wird die Erregung durch eine kurzdauernde Hemmung eingeleitet. Die Wirkung ist überhaupt stark abhängig vom Zustande des Präparates, kenntlich an dessen automatischer Bewegungstätigkeit. Je stärker die automatischen Bewegungen sind, desto stärker ist auch die einsetzende Kontraktur. Darmpräparate, deren Bewegungen aus irgendeinem Grunde schwach oder unregelmässig geworden sind, verhalten sich refraktär oder reagieren mit Hemmung, also in umgekehrtem Sinne — auch auf sonst stark wirksame Lösungen. Entfernen wir aus dem Gefäss, in welchem das untersuchte Darmpräparat eingespannt ist, die Nährflüssigkeit auf einige Minuten, so wird der Darm dermassen geschädigt, dass seine Bewegungen auf die Dauer, auch in der Lösung, schwach und regellos bleiben. In so einem Zustand bringt das sonst stark wirksame Gehirninfus keine Kontraktur zustande, nur die Spontantätigkeit wird wieder regelmässig gemacht. Ähnlicherweise wird der Darm unempfindlich, wenn man ihn eine Weile in Kalium- und calciumfreier Lösung hält, weil die normale Spontantätigkeit sich auch in normaler Lösung nicht vollständig regeneriert. Ähnlicherweise minder empfindlich oder unempfindlich ist der Meerschweinchendarm, dessen Spontanbewegungen aus nicht kontrollierbaren Ursachen oft schwach sind, oder fehlen. Ein genaueres Studium dieser Zusammenhänge wird vielleicht auf die Wirkungsart des Reizstoffes Licht werfen.

Bringt man das Kaninchengehirn in toto, und womöglichst unverletztem Zustand in 60 cm³ Lösung, so ruft die Flüssigkeit nach 1—2 Stunden schon starke Kontrakturen hervor. Nach 5—10 Minuten ist die Wirkung noch ziemlich schwach. Wird aber das Gehirn in Schnitten zerlegt (z. B. mit Hilfe eines Rasiermessers in etwa 1 mm Dicke, $^1/_{20}$—$^1/_5$ cm³ grosse Stücke), so ergibt dieselbe Menge Flüssigkeit schon nach 10—15 Minuten starke Kontrakturen. Wird die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit (jede 15—30 Minuten) erneut und die einzelnen Portionen (nach Filtrieren)

auf ihre Wirksamkeit geprüft, so finden wir darin eine stätige Abnahme. Die nach 6—7 Stunden geprüfte Spüllösungen sind gewöhnlich, nur kaum, oder garnicht wirksam. Es scheint, dass die wirksame Substanz im Gehirn nur in begrenzter Menge zur Verfügung steht.

Nimmt man die Wirksamkeit in Betracht, so ist dieser Stoff im Gehirn in auffallend hoher Menge vorhanden. Am besten ist dies zu ersehen, wenn wir kleine und dünne Schnitte untersuchen, und die Wirkungsstärke mit der eines Standardstoffes, z. B. Cholin vergleichen. Halten wir z. B. in 20 cm^3 Tyrode-Lösung ein, an der Torsionswage 100 mg wiegendes Gehirnschnittchen von einigen Zehntel mm Dicke, so wirkt diese Lösung nach 2—3 Stunden schon stark erregend, mit etwa 0·5—1·0 mg Cholinchlorid gleich. In den folgenden Stunden kann man noch etwa dieselbe Winkungsmenge erhalten, so dass wenn der wirksame Stoff Cholinchlorid wäre, so müsste daraus der Gehirn mindestens 1—2% enthalten. Untenstehend wird der Beweis erbracht, dass dieser Stoff kein Cholin ist. Der Vergleich beweist aber, dass die Giftsubstanzen in eine bedeutende Wirkungsstärke representierender Menge vorhanden sind. (Abb. 7.)

Das Erscheinen des wirksamen Prinzips in der Lösung ist zwischen 4° und 37° nahezu unabhängig von der Temperatur. In einer im Eisschrank aufbewahrten Flüssigkeit erscheint die Substanz etwa in gleicher Menge wie bei Körpertemperatur.

Zwischen grauer und weisser Substanz ist kein grosser Unterschied vorhanden. Ein 70 mg wiegendes Stückchen Cortex gibt in 20 cm^3 Lösung während 4 Stunden wirksame Stoffe in etwa derselben Menge ab, wie 100 mg weisse Substanz (Corpus Callosum, Pons).

Die Wirkung am Darm kann durch Atropin nicht hintangehalten werden. An einem Darmstück, wo durch das vorherige Verabreichen von 0·03 mg Atropinsulfat maximale Wirkungen von Pilocarpin (0·02 mg), oder Acetylcholin (0·0002 mg) vollständig gehemmt waren, war die Wirkung der Gehirnsubstanz vor und nach Atropin gleich stark. (Abb. 4.)

Die erregende Substanz ist auch im Extrakt des Gehirnes nachweisbar. Wird ein Gehirnstückchen von 100 mg Gewicht mit Sand in Tyrode-Lösung verrieben, so ist die Wirkung der filtrierten Lösung nahezu gleich stark, als ob die Substanz aus demselben Stückchen spontan herausdiffundiert wäre. Die Wirkung mehr konzentrierter Extrakte ist relativ viel kleiner. Es scheint, dass ein Teil der wirksamen Stoffe darin an kolloidale Bestandteile gebunden ist. (Abb. 5.)

Nehmen wir die Extraktion nach Einfrierenlassen in Eis-Salzgemisch in vorgekühlten Gefässen vor, so erhalten wir einen gleich stark wirksamen Extrakt wie bei Zimmertemperatur. Der alkoholische Extrakt ist auch nur schwach wirksam. Verreiben wir z. B. 0·3 g Gehirn in 15 cm Alkohol und verdampfen das Filtrat, nehmen den Rückstand wieder in Alkohol auf, so ist nach dem wiederholten Eindampfen in 20 cm^3 Tyrode-Lösung aufgenomme Extrakt auch in grossen Dosen nur schwach, manchmal auch ganz unwirksam. Eine schwache Wirkung zeigt Abb. 6.

Extrakte und „Biodialysate" des *Meerschweinchengehirns* sind dem des Kaninchens ähnlich wirksam, namentlich am Kaninchendarm, und zwar auch dann, wenn diese am Darm desselben Meerschweinchens ohne Wirkung geblieben sind.

Erregende Substanzen sind auch aus dem Gehirn des *Frosches* zu erhalten. Das Grosshirn von drei Fröschen z. B. in 20 cm^3 froschisotonischer Nährlösung gelegt,

kann etwa 1½ Stunden (zu Warmblüter-Tyrode verwandelt) am Kaninchendarm recht hohe Kontrakturen erzeugen.

Der fragliche Stoff ist auch am überlebenden *Uterus* (des Kaninchens, Meerschweines) gut wirksam. Die Kontrakturen sind beim Kaninchen vorübergehend, beim virginellen Meerschweinchen meistens manenter Natur. (Abb. 8.) Vergleichen wir die noch eben wirksame Grenzkonzentrationen am Uterus und Darm, so finden wir diese nahezu gleich — oder am Uterus etwas noch höher. Diese Verhältnisse sind von Wichtigkeit für Entscheidung der Frage der chemischen Natur des Stoffes. (Abb. 9—11.)

Führen wir die Extraktion in einer mit Salzsäure neutralisierten oder schwach angesäuerten Tyrode-Lösung aus, so erhalten wir eine etwas stärker wirksame Lösung. Es lässt sich sogar die Wirkung des Biodialysates durch Erhitzen in saurer Lösung noch verstärken.

EIGENSCHAFTEN DES REIZSTOFFES. ZUR FRAGE DER CHEMISCHEN IDENTIFIZIERUNG.

Bei der Erkennung der chemischen Natur des erregenden Stoffes (bzw. Stoffen) kann man sich einerseits auf deren chemisch-physikalische Eigenschaften, anderseits auf die physiologische Wirkungsweise stützen.

Das wirksame Prinzip der Lösungen ist ziemlich thermostabil. In Tyrode's Lösung am Wasserbade oder an freier Flamme 5—10' siedend erhalten, nimmt die Wirkungsstärke kaum ab. Beim Eindampfen am Wasserbade geht jedoch der grössere Teil verloren. Bei Zimmertemperatur aufgehobene Lösungen werden in den ersten Tagen trübe. Die Wirkungsstärke fällt damit gleichzeitig ab.

Durch glühen (in Platingefäss) wird der Stoff vollständig zerstört. Nach gelinder Rotglut erhält man nach Lösen im ursprünglichen Volum keine Wirkung mehr. Dies beweist, dass der Stoff nicht von anorganischer Natur sein kann. Als solches würde ohnedies nur das Kalium und die Phosphorsäure (als I. oder II. Anion) in Frage kommen, da nur diese starke Kontrakturen hervorrufen können. Das Natrium ist im Kaninchengehirn in viel kleinerer Menge vertreten, ausserdem ist seine Wirkung geringer. Calcium und Magnesium sind am Darm immer von hemmender Wirkung. Gewissheitshalber habe ich trotzdem in stark wirksamen Lösungen das Kalium (nach *Kramer* und *Tisdall*), und den Phosphor (kolorimetrisch nach *Bell* und *Doisy*) bestimmt. Es ergab sich, dass die Konzentration dieser viel kleiner sind, als dass sie die Wirkung erklären könnten, auch dann, wenn die Wirkung beider sich summieren würde.

In einem Biodialysat z. B. von 60 cm^3 Volum, welches ein zerschnittenes Kaninchengehirn 15 Minuten lang enthielt und am Darm eine starke Kontraktur erzeugte, stieg der Kaliumgehalt vom 10·9 mg% der Tyrodelösung (entsprechend 0·0209% KCl) nur auf 14·2 mg% (= 0·271% KCl). Um die beobachtete Wirkung hervorzurufen, ist aber auch eine Verdoppelung des normalen Kaliumgehaltes ungenügend, es wäre eine Erhöhung auf das 3—4-fache nötig. In derselben Flüssigkeit machte der P-Gehalt 0·85 mg% aus (was 3·8 mg% NaH_2PO_4 entspricht). Das Wechseln einer Tyrode-Lösung mit und ohne 5 mg% NaH_2PO_4 ist aber gänzlich indifferent. In einer anderen ähnlich stark wirkenden Lösung (15 Minuten) war der P-Gehalt 1·16 mg% (5·16 mg% NaH_2PO_4). Im 2¼ stündigen Biodialysat desselben Gehirns, welches am Darm und

Kaninchenuterus in einer Verdünnung 1 : 80 eine eben bemerkbare Wirkung, in 1 : 10 Verdünnung am Darm eine fast maximale Kontraktur hervorrief, war der P-Gehalt 2·01 mg% (8·95 mg% NaH_2PO_4). (Vgl. die Abb. 9—11.) In einem Biodialysat von 5 Minuten (mittelhohe Kontraktur) stieg das Kalium von 10·9 mg%. nur auf 11·4, der P-Gehalt war nicht nachweisbar niedrig. In einem 10-stündigen B. stieg das Kalium von 11·3 auch nur auf 14·15 mg%.

Die Senkung der Wasserstoffionenkonzentration kann als Ursache der Wirkung ebenso nicht in Frage kommen, weil ihre Kontrakturen von verschiedenem Verlauf sind, besonders aber, weil eine genügend starke Alkalisierung nicht vorkommt. (Vgl. 10.)

Die wirksame Substanz ist in Alkohol ziemlich gut löslich. Wird der nach einem vorsichtigen Eindampfen erhaltene Rückstand in absolutem Alkohol gelöst, verdampft und wieder in physiologischer Lösung aufgenommen. so ist er beinahe von der ursprünglichen Wirkungsstärke.

Die Substanz ist dialysierbar. Dialysieren wir die auf ihre Wirksamkeit geprüfte Lösung in Pergamenthülsen gegen dieselbe Tyrode-Lösung etwa 24 Stunden, so erweist sich die Wirkung der äusseren und inneren Lösung einander vollständig gleich.

Die tonussteigernde Wirkung wird also durch eine nicht kolloidale organische Substanz hervorgerufen. Mit einer Reihe bekannter Verbindungen im Gehirn (wie z. B. Milchsäure) kann die Substanz nicht identisch sein, da diese keine tonussteigernde Eigenschaften haben.

Auch Kreatin und Kreatinin ist sie nicht. Diese sind auch in starkwirkender Biodialysaten bzw. Extrakten nur in nicht nachweisbaren Mengen vorhanden (Reaktion von Weyl und Jaffé), sind ebenso frisch, wie nach mehrstündiger Säurehydrolyse negativ.

Ebenso ist es beweisbar, dass das wirksame Prinzip kein Cholin, Cholinester, Histamin oder Hypophysin sein kann. Cholin und Histamin kommen in Frage, weil diese in mehreren Organextrakten nachgewiesen sind und für die Wirkung verantwortlich gemacht werden könnten. Von einem neueren Autor wird in Gehirnbiodialysaten die Anwesenheit eines hypophysinartigen Stoffes vermutet.

Dass der Stoff nicht Cholin sein kann, lehren auch hier die Acetylierungsversuche. Wird die wirksame Lösung mit HCl schwach angesäuert, mit Aether oder Benzin geschüttelt (zwecks Befreiung von Lezitin, aus welchem beim Eindampfen Cholin abgespaltet werden könnte) nachher ein aliquoter Teil eingedampft und etwa direkt oder nach Aufnahme in Alkohol gebräuchlicherweise mit Essigsäureanhydrid behandelt (dreimal eingedampft, vgl. *Le Heux*, 15.) und im ursprünglichen Volum wieder gelöst. so erweist sich die acetylierte Lösung nur etwa 10—20-mal stärker wirkend, als die ursprüngliche. Da Acetylcholin am Dünndarm etwa 10.000-mal stärker als Cholin wirkt, kann nur ein unbedeutend kleiner Teil der wirksamen Substanz aus Cholin bestehen. Im Prinzip ist das Resultat auch dann nicht anders, wenn wir die Entfernung des Lezitins unterlassen. Selbst dann erhöht sich die Wirkung nicht auf das hundertfache.

Auch mit Cholinester kann man die Wirkung nicht erklären. Erstens schon darum nicht, weil die Wirkung des Gehirnstoffes nach Atropin auch dann in voller Stärke eintritt, wenn grosse Acetylcholin- oder Pilocarpingaben ohne Wirkung bleiben.

Auch der Temperaturkoeffizient der Wirkung ist beim Acetylcholin und dem fraglichen Stoffe verschieden. Acetylcholin verursacht nämlich bei 22—23 Grad höhere Kontrakturen, als bei Körpertemperatur, Gehirnbiodialysat dagegen schwächere.

Die mögliche Identität mit Hypophysin und Histamin konnte durchVergleich der Wirkungsstärken am Darm und Uterus im negativen Sinne entschieden werden. Wie erwähnt, wirkt die fragliche Substanz am Darm und Uterus gleich stark, bzw. am Darm noch stärker, also in niedrigerer Konzentration schon merklich. Ermittelt man die kleinsten Konzentrationen, in welchen eine eben merkliche Reaktion für Histamin und Hypophysin am Darm und Uterus zustande kommt, so erhält man ganz andere Verhältnisse. Gegenüber diesen Stoffen — wie bekannt — ist der Darm relativ wenig, der Uterus dagegen stark empfindlich.

So reagierte ein gewisses Darmpräparat schon auf die 1:200 Verdünnung des Biodialysates. Gegenüber einem Hypophysinpräparat („Pituisan" der Fabr. Chinoin) war dazu eine 1 : 40 Konzentration nötig. An einem gleichzeitig untersuchten virginellen Meerschweinchenuterus kam eine erregende Wirkung des Biodialysats in 1:100 zustande, während von Pituisan dazu schon eine Verdünnung 1:3000 zureichend war.

Ähnlicherweise war in einem Falle die Grenzkonzentration der Gehirnflüssigkeit für den Darm und Kaninchenuterus die Gleiche (1:100), während von Histamin am Darm 1:3000, am Uterus 1:100.000 nötig waren.

Den wirksamen Agens müssen wir also unter anderen bekannten oder unbekannten Bestandteilen des Gehirns suchen. Die Arbeit wird auch in dieser Richtung fortgesetzt.

ÜBER DIE WIRKUNG ANDERER ORGANEXTRAKTE.

Stoffe, welche den Zustand überlebender Organe beeinflussen können, sind nicht nur im Gehirn, sondern in allen Geweben vorhanden. Im Extrakte des Skelett- und Herzkammermuskulatur sind, wie ich es bereits früher beschrieb, mehr die (am Darm) hemmenden Substanzen im Vordergrund.[2] Die Tonussteigerung kommt erst nach abgeklungener Hemmung zum Vorschein. Im Extrakt des Herzvorhofes dominieren dagegen die erregenden Substanzen, undzwar umso mehr, je dünner die Wandung des Vorhofes ist.

In den vorliegenden Versuchen untersuchte ich auch Leberextrakte, welche sich aber stark hemmend erwiesen. Beim auswaschen zeigt sich eine starke Diminutionskontraktur. Dem Gehirn gleich verhalten sich Extrakte und Biodialysate von Milz und Niere. Die Wirkungen der Biodialysate sind jedoch keinesfalls stärker, als die des Gehirns. Auch in diesen Organen ist die Wirkung nicht auf Gerinnungsgifte des Blutes zurückzuführen, da gleichwirksame Lösungen auch das gründlich durchgespülten Organen zu erhalten sind.

LITERATUR. FOLGERUNGEN.

Die ersten experimentellen Angaben befassen sich mit der Wirkung von Gewebsextrakten auf den Blutdruck. Im übrigen wurden mehr nur äusserliche Beobachtungen an den Versuchstieren durchgeführt. *Heidenhain* beschrieb in 1891 die blutdrucksenkende Wirkung von Extrakten aus der Darmwand. Die Atemzüge werden dabei tiefer und

frequenter, die Blutgerinnung wird verzögert, die Darmperistaltik sehr stark gesteigert. *Oliver* und *Schäfer* beschrieben ähnliche Wirkungen des Milzextraktes. (1895.) *Osborn* und *Vincent* (1899) konnten Blutdrucksenkungen durch Extrakte aller Teile des Zentralnervensystems hervorrufen. Diese Extrakte enthielten nur wenig Cholin und die Wirkung trat auch nach Atropin ein. *Vincent* und *Sheen* fanden in allerlei Geweben depressorisch wirksame Substanzen. *Vincent* und *Cramer* konnten die Wirkungsstoffe auf alkohollösliche und -unlösliche Fraktionen teilen. Unter den alkohollöslichen waren durch Atropin antagonisierbare und resistente Stoffe zu finden. *Pick* und *Spiro* beobachteten in 1900 toxische und gerinnungshemmende Wirkungen der mit schwacher Salzsäure hergestellten Darmschleimhautextrakten. In entsprechenden Auszügen wurde dann durch *Bayliss* und *Starling* das Secretin entdeckt. (1902.) Sehr eingehend werden studiert die Wirkungen verschiedener Gewebsextrakte durch *Popielski* (von 1908), der die durchschlagende Ähnlichkeit mit Peptonwirkung zurecht erkannte. Er nahm eine einheitliche Substanz als gemeinsamen Faktor all dieser Lösungen an, die er „Vasodilatin" nannte. Nach seiner Auffassung wird die Darmwirkung nur mittelbar hervorgerufen, undzwar durch die Gefässerweiterung in der Darmwand, wodurch dort eine starke Stauung und Kohlensäureansammlung eintritt. Die peristaltikförndernden Stoffe der Darmwand wurden von *Enriquez* und *Hallion* in 1903 („Motilin"), später von *Zuelzer* (1908) wieder entdeckt. Letzterer Autor, da er den Milzextrakt besonders stark wirksam fand, nahm an, dass die Milz diesen Stoff, welcher das Hormon der Peristaltik sei, in sich aufstapelt. Präparate aus der Milz unter dem Namen „Hormonal", später „Neohormonal", wurden auch zu klinischer Verwendung als Mittel gegen Darmlähmung versucht, solange starke Kollapswirkungen nicht auf die Gefahren dieser Mittel hindeuteten. Von *Dittler* und *Mohr*, ebenso *Sabatowski* wurden gegen die Arbeiten *Zuelzers* auch experimentelle Einwände erhoben, indem diese Forscher die Präparate an isolierten Darmschlingen unwirksam fanden, und zur Erklärung der Wirkung in vivo sich der Auffassung Popielskis angeschlossen haben. An der Hand meiner Erfahrungen möchte ich die Ursache der Misserfolge Dittler und Mohrs darin erblicken, dass ihre Darmpräparate, wie aus den Kurven ersichtlich, — wahrscheinlich wegen fehlerhafter Versuchstechnik— sich nur schwach oder gar nicht bewegten, also sich refraktär verhalten mussten. Nach *Ott* und *Scott* ist der Milzextrakt von stärkster Wirkung. (1909—11.) Die Beobachtung *Wielands*, im Institute von *Magnus*, dass der Darm peristaltikfördernde Stoffe abgibt, führte zum Nachweis des Cholins durch *Le Heux*, und zur Erkennung seines Einflusses auf die Darmbewegung.

Die Arbeit *Backmanns* schloss sich hier an, da er die Biodialysate verschiedener Organe (wie Uterus usw.) untersuchte und fand, dass in diesen nicht Cholin das wirksame Prinzip ist. (1921.)

Die hemmende Wirkung von Organextrakten auf die Adrenalinwirkung wurde durch *Collip* beschrieben (1920), später durch *Berggreen* (1926). Eine gegenseitige Verstärkung fanden dagegen *Steppuhn* und *Sargin* (1926). Nach *Stoljarska* sind vasodilatierende Wirkungen auch in Organextrakten zu finden, welche auf schonendster Weise hergestellt sind (1925). *Tsuruda* (1925) beschreibt so tonussteigernde, wie -senkende Wirkungen. Die toxischen Wirkungen an Tieren in vivo injiziert untersuch-

ten *Lumière* und *Couturier* (1923), *Izar, Moretti* und *Termine* (1923), *Roffo* und *Lopez-Ramirez* (1924).

In den Wirkungen der Extrakte ist die starke Gewöhnung auffallend *(Popielski*, l. c.), andereseits, dass die wirksamen Stoffe in vitro durch Blut und Serum zu neutralisieren sind: *Kritschewsky* (1921), *Sakamoto* (1921). Dieselbe Entgiftung wird auch durch unlösliche Komponenten *(Lumière* und *Couturier* l. c.) ebenso durch aetherlösliche Substanzen der Extrakte bewirkt *(Stern* und *Rothlin*, s. unten).

Die verschiedenen Wirkungen der Gewebsextrakte werden durch verschiedene Stoffe hervorgerufen. So sind die Coaguline nennbar, deren chemische Eigenschaften z. B. von *Mills, Raap, Jackson* (1921) eingehend untersucht wurden. Die Arbeit von *Stern* und *Rothlin* (1919—20) bringt die Trennung des tonussteigernden Stoffes von blutdrucksenkenden. Die tonussteigernde Substanz der Milz wurde durch Alkoholextraktion, Entfetten des Rückstandes mit Aether, Fällen mit Phosphorwolframsäure weitgehend gereinigt. Das so erhaltene Präparat hat den Blutdruck eher gesteigert. Sie fanden den Stoff im venösen Blute der Milz in grösserer Menge als im arteriellen, glauben daher, dass die Milz die Bildungsstätte ist. Die Substanz belegen sie mit dem Namen „Lienin" und fassen diese als ein tonussteigerndes Hormon auf. In der Milz ist es präformiert vorhanden. Von Histamin unterscheidet sie sich dadurch, dass sie aus alkalischer Lösung nicht ins Chloroform übergeht.

Vincent und Curtis finden in einer neueren Arbeit (1926) die Wirkungen der Extrakte dem Gemische von Cholin und Histamin durchaus ähnlich, sie kommen aber auch unter solchen Umständen zu Stande, wobei Cholin und Histamin nicht wirksam sind. In demselben Jahre unterziehen *Best, Dale, Dudley* und *Thorpe* einer eingehenden Analyse die Wirkungsstoffe von Organextrakten, wobei auch deren quantitative Darstellung gelingt. Nach ihnen bestehen diese tatsächlich aus Cholin und Histamin, nur die Mengenverhältnisse zeigen grosse Schwankungen. So dominiert im Leberextrakt das Cholin, während der wirksame Anteil im Lungenextrakt praktisch aus Histamin besteht und Cholin dort nur in Spuren vorhanden ist. Nach *Gutowski* (1924—26) erscheint im Biodialysate des Hundegehirnes eine tonussteigernde Substanz, welche mit dem Hypophysin (Hinterlappen-Substanz) verwandt oder identisch sein dürfte.

Unsere Versuche demonstrieren, in wie grosser Wirkungsstärke tonussteigernde Substanzen im Gehirn vorhanden sind. Nach *Le Heux* gibt 100 g Kaninchendarm pro Stunde 3—4 mg Cholin nach der Serosaseite ab. In Sinne unserer Versuche diffundiert die wirksame Substanz aus 1 g Gehirn von der Wirkungsstärke dieser Cholinmenge in die Aussenlösung, was also dem hundertfachen Gewichtsverhältnis entspricht. Ist also die Giftproduktion des Darmes beachtenswert, so muss dies in viel grösserem Masse für das Gehirn gelten.

Die wirksame Substanz ist eine nicht kolloidale organische Verbindung, jedoch kein Cholin, Cholinester, Histamin oder Hypophysin. Mann könnte denken, dass wir es da nicht mit einem normalen Bestandteil des Gehirns zu tun haben, sondern dass dieser Stoff als Kunstprodukt, oder während eines Absterbeprozesses als Spaltprodukt des Eiweisses aufträte.

Es gibt aber mehrere Gründe, welche gegen diese Auffassung sprechen. So spricht dagegen 1. schon der Umstand, dass die Substanz nur in beschränkter Menge zur Verfügung steht, und nur in den ersten Stunden auftritt. Später, wenn an überlebenden

Organen eben abnormale Zustände sich zu entwickeln pflegen, fällt das Tempo der Giftproduktion stark ab. Die Substanz ist auch unter solchen Umständen (tiefe Temperatur) zu erhalten, bei welchen Stoffwechselvorgänge (z. B. Milchsäurebildung), oder autolytische Vorgänge sich sehr zu verlangsamen pflegen. Endlich erscheinen die wirksamen Stoffe auch unter optimalen Bedingungen, bei welchen der Zustand der Nervengewebe — kenntlich an Milchsäurebildung und Sauerstoffverbrauch — annähernd normal sind. Unter derartigen Umständen sind die Nervenapparate vegetativer Organe in schadloser Weise tätig.

Was die Frage nach Rolle und Bedeutung dieser Stoffe im Gehirn betrifft, können wir uns noch nicht auf positive Ergebnisse stützen. Im Organismus ist aber nichts ohne Bedeutung vorhanden. Besonders solche Stoffe können sich kaum indifferent verhalten, welche gegenüber den Substanzen des Protoplasmas eine so starke Affinität besitzen, deren starke Wirkungen an Organen mit autonomen Nervengeflecht eben die geschilderte Ergebnisse beweisen. Man dürfte erwarten, dass die Erforschung dieser Erscheinungen: Befreiung und Bindung der physiologischen Zellgifte, im Verständnis mancher noch unbekannten Mechanismen der intrazellularen Funktionen wohl manches beitragen wird.

Am Herzen, am Darm ist die physiologische Bedeutung der Gewebsgifte in bedeutendem Masse bekannt. Findet man auch in anderen Organen solche Stoffe, so ist die Erforschung ihrer physiologischen Funktion jedenfalls berechtigt. Die Arbeit wird auch in dieser Richtung fortgesetzt.

ZUSAMMENFASSUNG.

Aus dem Gehirn von Frosch, Kaninchen und Meerschweinchen hergestellte alkoholische Extrakte enthalten eine Substanz, welche eine am Froschherzen negativ inotrope und chronotrope Wirkung entfaltet. Der Stoff is nicht anorganisch, jedoch kein Cholin. Mit physiologischer Lösung hergestellte Extrakte und Biodialysate des Gehirnes sind am Froschherzen unwirksam.

Physiologische Lösungen, welche eine zeitlang mit Gehirn oder Gehirnschnitten in Berührung gestanden sind, steigern die Spontantätigkeit des überlebenden Kaninchendarmes, oder verursachen Kontrakturen. An Darmpräparaten von schwacher oder unregelmässiger Spontantätigkeit ist die Wirkung schwach, und kann auch fehlen. An Uteri von Kaninchen oder Meerschweinchen verursachen sie in denselben Konzentrationen Kontrakturen. Alle diese Wirkungen sind mit Atropin nicht zu hemmen.

Die Darm und Uterus wirksame Substanz ist kein Kalium, kein Phosphat. Sie ist mit Cholin, Cholinester, Histamin, Hypophysin, Kreatin oder Kreatinin nicht identisch.

Im Gehirn ist sie in begrenzter Menge vorhanden. Die Wirkung am Darm ist mit 1—2% Cholinchlorid gleichwertig.

Im Leber- und Muskelextrakt dominieren hemmende Agentien. Biodialysate von Niere und Milz können dem Gehirn ähnlich starke Kontrakturen hervorrufen.

Es wird auf die mögliche physiologische Bedeutung der Gewebsgifte hingewiesen.

IRODALOM — LITERATUR.

[1] *Loewi, O.* u. Mitarb., Pflügers Arch. *189.* (1921.); *193.* (1923.) *206.* (1924.); *210.* (1925.); *214* (1926.) etc.

[2] *Jendrassik L.*, Biochem. Z. *144.* 520. (1924.)

[3] *Witanowsky. W. R.*, Pflügers. Arch. *208.* 694. (1925.)

[4] *Plattner, F.*, Pflügers, Arch. *214.* 112. (1926.)

[5] *Gulewitsch, W.*, Z. physiol. Chem. *27.* 81. (1899.)

[6] *Shimizu, T.*, Biochem. Z. *117.* 252. (1921.)

[7] *Kaufmann, M.*, Z. physiol. Chem. *74.* 175. (1911.)

[8] *Jendrassik, L.*, Biochem. Z. *148.* 116. (1924.)

[9] *Jendrassik, L.* u. *Moser, E.*, Biochem. Z. *152.* 94. (1924.)

[10] *Jendrassik, L.* u. *Annau, E.*, Biochem. Z. *162.* 208. (1925.)

[11] *Jendrassik, L.* u. *Antal, L.*, Biochem. Z. *171.* 296. (1926.)

[11] *Jendrassik, L.* u. *Antal, L.*, Biochem. Z. *171.* 296. (1926.)

[12] *Jendrassik, L.* u. *Tangl, H.*, Biochem. Z. *173.* 393. (1926.)

[13] *Kramer, W.* u. *Tisdall, L.*, Journ. biol. Chem. *46.* 339. (1921.)

[14] *Pincussen, L.*, Mikromethodik. 1928.

[15] *Le Heux, J. W.*, Biolog. Arb. Method. (Abderhalden.)

[16] *Heidenhain*, Pflügers Arch. *49.* 209. (1891.)

[17] *Oliver* u. *Schaefer*, Journ. o. Physiol. *18.* 277. (1895.)

[18] *Osborn, W.* u. *Vincent, S.*; *Vincent, S.* u. *Sheen*; *Vincent, S.* u. *Cramer, W.* zit. nach: Biedl. Innere Secretion. II. Aufl.

[19] *Pick, E.* u. *Spiro, K.*, Z. physiol. Chem. *31.* 267. (1900.)

[20] *Bayliss* u. *Starling*, Journ. o. Physiol. *28.* 325. (1902.)

[21] *Popielski, L.*, Pflügers Arch. *121.* (1908.); *128.* (1909.)

[22] *Enriquez* u. *Hallion*, Compt. rend. soc. Biol. *55.* (1903.)

[23] *Zuelzer, G.*, Berl. klin. W. *46.* (1908.); Z. exp. Path. u. Therap. *5.* 307. (1909.)

[24] *Dittler, R.* u. *Mohr, R.*, Z. klin. Med. *75.* 275. (1912.)

[25] *Sabatowski, A.*, Wiener klin. W. *3.* (1912.)

[26] *Ott, J.* u. *Scott, J. C.*, zit. nach Biedl, Innere Secretion. II.

[27] *Weiland, H.*, Pflügers Arch. *154.* (1913.)

[28] *Le Heux, J. W.*, Pflügers Arch. *173.* (1918.); *179.* (1920.) etc.

[29] *Backmann, E. L.*, Pflügers Arch. *189.* 261. (1921.); Ergebn. Physiol. *25.* 664. (1926.)

[30] *Collip, J. B.*, Am. Journ. physiol. *53.* (1920.)

[31] *Berggreen, N.*, Ber. Physiol. *33.* 476.

[32] *Steppuhn, O.* u. *Sargin, K.*, Arch. exp. Path. u. Pharm. *112.* 1. (1926.)

[33] *Stoljarska, E.*, Ber. Physiol. *43.* 295.

[34] *Tsuruda, S.*, Ber. Physiol. *38.* 715.

[35] *Lumière* u. *Couturier*, Journ. de physiol. *21.* 716. (1923.)

[36] *Izar, Morelli, Termine*, Ber. Physiol. *30.* 595.

[37] *Roffo* u. *Lopez-Ramirez*, Ber. Physiol. *36.* 146.

[38] *Kritschewsky, J. L.*, Biochem. Z. *126.* 1. (1921.)

[39] *Sakamoto, T.*, Z. Immunit. *32.* (1921.)

[40] *Mills, Raap, Jackson*, Journ. biol. Chem. *46.* (1921.); Ber. Physiol. *8.* 434.

[41] *Stern, L.* u. *Rothlin, E.*, Journ. de physiol. *18.* (1920.)

[42] *Vincent, S.* u. *Curtis, F. R.*, Endocrinology. *10.* 484. (1926.)

[43] *Best, Dale, Dudley, Thorpe*, Journ. of Physiol. *62.* 397. (1927.)

[44] *Gutowski, B.*, Compt. rend. soc. biol. *90.* (1924.); Ber. Physiol. *38.* 758. (1926.)

ABBILDUNGEN.

1. Froschherz. Bei A wird der alkoholische Extrakt von ¼ Froschgehirn (in 1 cm³ Ringerlösung) verabreicht. R = einmaliges Wechseln mit Ringer. (Noch keine Restitution.)

2. Froscherz. Bei A wird der alkoholische Extrakt $^1/_7$ Froschhirnes (in 0·3 cm³ Ringerlösung) verabfolgt. R = ein-, bzw. mehrmaliges Spülen mit Ringerlösung. Ac = derselbe alkoholische Extrakt acetyliert. Ac 1:25 = acetyliester Extrakt 1:25 mit Ringer verdünnt.

3. Kaninchendarm. B = das Biodialysat ¼ zerkleinerten Kaninchengehirnes (15 Minuten, 60 cm³ Tyrodelösung). Ty = Wechseln mit frischer Tyrodelösung. (Vergrösserung der Bewegungen in allen Warmblüterversuchen 4·5-fach; Zeitmarkierung an allen Abbildungen: 6 Sekunden. Diese Kurve 1 : 1·7 verkleinert.)

4. Kaninchendarm. B = Gehirnbiodialysat ($^2/_3$ Kaninchenhirn zerkleinert in 60 cm³ Lösung). Ty = frische Tyrode. — Die Wirkung ist gleich hoch so vor (4a), wie nach 0·03 + 0·02 mg Atropinsulfat (4c). Abbildung 4a ist 1:2, 4b und 4c 1:2·5 verkleinert.

5. Kaninchendarm. E = Die Wirkung des Extraktes von $^1/_{20}$ Kaninchengehirn (mit Tyrodelösung hergestellt, zu 20 cm³ Tyrodelösung zugefügt).

6. Kaninchendarm. A = Die Wirkung des alkoholischen Extraktes von $^1/_{10}$ Kaninchengehirn (6a). Ac = $^1/_{100}$ Teil desselben alkoholischen Extraktes acetyliert (6b).

7. Kaninchendarm. B I. = Die Wirkung des 2½-stündigen Biodialysates von 95 mg Kaninchengehirn (Schnitt) in 20 cm³ Tyrodelösung, 3 : 4 verdünnt (7a). Vergleich mit der Wirkung von 0·5 und 1·0 mg Cholinchlorid. — B II. = Ein weiteres Biodialysat von demselben Gehirnschnitt von 1½ Stunden. 7a = Originelle Grösse, 7b = 1:1·9 verkleinert!

8. Kaninchenuterus. B = Gehirnbiodialysat von 15 Minuten (ganzes, zerkl. Kaninchengeh., 60 cm³ Tyrode).

9. Kaninchendarm. B = Biodialysat des ganzen Gehirnes (2¼ h, 60 cm³ Ty) in der Verdünnung 1 : 10. (Verkleinert 1 : 1·33.)

10. Kaninchendarm. Die Wirkung desselben B wie in Abb. 10., in der Verdünnung 1 : 80 (11a), und 1 : 200 (11b).

11. Kaninchenuterus. Die Wirkungen desselben Biodialysates wie in Abb. 10., in der Verdünnung 1 : 10 (12a) und 1 : 80 (12b)

DEGENERÁCIÓS ÉS INVOLUCIÓS SEJTTÍPUSOK SZÖVETKULTURÁKBAN.

Irta. Dr. Koller Pius.

Ha szövetkultúrákat magukra hagyunk, azok elhalnak. Néha már 36 óra, — máskor csak 4—5 nap mulva észlelhetők a pusztulás jelei. Ezeket a degenerációs elváltozásokat különösen *Romanese*[1] és *Krontowsky* és *Koleff*[2] vizsgálta alaposan. Szerinte az elváltozások azzal kezdődnek, hogy erősen fénytörő, lipoid szemcsék jelennek meg, melyek lassan gyarapodnak és végül is nagyobb cseppekké olvadnak össze. A sejtnyúlványok elvékonyodnak, visszahúzódnak és a sejtek gyakran gömbalakot vesznek fel. A sejt kerületében ilyenkor időszakonként hyalincseppek jelennek meg. Végül autolytikus folyamatok a sejteket teljesen eltüntetik és csak fénytörő szemcsék maradnak meg.

Alacsonyabb rendű gerinceseken végzett kísérletek azt mutatják, hogy ott a regresszív elváltozások egészen más természetűek, mint a magasabb rendűeknél. Ezek sokkal nagyobb mértékben képesek a megváltozott körülményekhez alkalmazkodni. Ezért tartottam érdemesnek, hogy midőn sikerült teknősbékasejteket tenyésztenem, ezeken a sejtek elhalása közben keletkező formákat tanulmány tárgyává tegyem.

Kísérleteimet a mocsári teknősbéka (Emys orbicularis) szívéből tenyésztett fibroblast-kultúrákon végeztem. A magukra hagyott, új tápláló médiummal el nem látott kultúrák sejtjein csak az 5.—7. napon láttam az első rendellenességeket. Feltűnő, hogy mily sokáig tudnak ezek a sejtek alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez.

A fibroblastok morfológiai dezorganizációja az egész sejt alakjának megváltozásával kezdődik. A tipikus fibroblastok teljesen átváltoznak, a sejttest megnyúlik, a protoplazma-nyúlványok vagy visszafejlődnek, vagy megduzzadnak. A sejtmag és plazma közötti viszony egyik vagy másik rovására eltolódik; a magvak alakja megváltozik, intenzív festődő képességük hiányzik, a mag folyadékot veszít, ezáltal összezsugorodik, a kromatinhálózat nem ismerhető fel; tehát a pyknosis tüneteit látjuk. A sejtmag desorganizációja még tovább is folytatódik és apró rögökre hull szét: karyorhexis.

A legfeltűnőbb jelenség a sejtmagok számának megszaporodása anélkül, hogy a még mitotikus úton történő magoszlást követné a plazma osztódása is. Néha hatalmas protoplazmatestek jönnek létre 5—7 maggal, valóságos syncytiumok.

Más esetben úgynevezett gombaalakú degenerációs formákat látunk. A megnyúlt protoplazma-rész még normális, míg a felső, süvegszerű részben megindult már a pusztulási folyamat, a plazma megduzzadt és a sejtmag oldalra nyomódott.

A sejt belsejében gyakori a plazma vakuolás degenerációja. Néha már csak a

sejt kontúrjai látszanak és a magvak élesen elválnak a plazmatesttől. Az ilyen plazma vital festékekkel nem festődik. Több hosszú nyúlványokkal ellátott, ép, orsóalakú fibroblast is volt látható. Ha ilyen sejteket vitálisan festünk, jól kivehető, hogy az ép fibroblast milyen intenzíven festődött. Sokszor a sejttest nagy synzitium, számos sejtmaggal. A protoplazmában nagy vakuolák és zavaros, szemcsés anyag látszik. Más helyen a sejt belsejében pathológiás zsírlerakódást látunk. A sejt alakja tojásdad, a mag az egyik oldalhoz szorul, mellette nagy vakuola is látható. A protoplazma belseje osmiummal feketére festődő zsírszemcsékkel van tele. Sok sejt a nekrobiózisnak egy, már előrehaladott fázisát mutatja. A súlyzóalakú sejttest alig látható. A plazma autolytikus folyamatokon ment keresztül és közvetlenül a szétesés előtt áll. A sejt belsejében sokszor 5 sejtmag is látható, de körvonalai határozatlanok.

Az itt leírt formái az elhaló sejteknek még távolról sem érthetők meg minden részletükben és azért ezen regresszív folyamatokról minden újabb adat szükséges egyelőre ahhoz, hogy ezekről egységes képet alkossunk magunknak.

DEGENERATIONS- UND INVOLUTIONSZELLENTYPEN IN GEWEBEKULTUREN.

Von Dr. Pius Koller.

Ueberlassen wir Gewebekulturen sich selbst, so werden sie manchmal schon in 36 Stunden, in anderen Fällen erst in 4—5 Tagen zugrunde gehen. Die Degenerationsveränderungen wurden besonders von *Romanese*[1] sowie *Krontowsky* und *Koleff*[2] eingehend untersucht. Nach ihrerBeschreibung beginnen die Veränderungen mit dem Erscheinen von stark lichtbrechenden Lipoidkörnchen, welche langsam wachsend, sich endlich zu grösseren vereinigen. Die Zellfortsätze werden verdünnt, ziehen sich zurück und die Zellen nehmen oft eine Kugelform an.

In der Peripherie der Zelle treten zeitweise hyaline Tröpfchen auf. Endlich verschwinden die Zellen unter der Wirkung autolytischer Vorgänge; nur die lichtbrechenden Tröpfchen bleiben zurück.

Versuche an niedrigen Wirbeltieren haben gezeigt, dass bei ihnen die regressiven Veränderungen eine ganz andere Natur haben, wie bei höheren. Im allgemeinen können diese sich besser den veränderten Verhältnissen fügen. Das gab mir Anlass, als es mir gelang Schildkrötenzellen zu züchten, die beim Absterben dieser Zellen entstehenden Veränderungsformen zu studieren.

Meine Versuche habe ich an Fibroblastkulturen aus dem Herzen der Sumpfschildkröte (Emys orbicularis) durchgeführt. Die Zellkulturen wurden, ohne sie mit frischem Nährmedium zu versehen, sich selbst überlassen. Die ersten Unregelmässigkeiten traten erst an dem fünften, resp. siebenten Tage auf. Es ist auffallend, wie lange sich diese Zellen den veränderten Verhältnissen fügen können.

Die morphologische Desorganisation der Fibroblasten beginnt mit der Veränderung der Zellform. Die typischen Fibroblasten verändern sich gänzlich. Der Zellkörper verlängert sich, die Protoplasmafortsätze verschwinden, oder schwellen an. Das Verhältniss zwischen Plasma und Zellkern verändert sich auf Kosten des einen, oder des

anderen; die Form des Zellkerns ändert sich, er verliert seine intensive Färbbarkeit, verliert Wasser und zieht sich dadurch zusammen, bis das Chromatinnetz nicht mehr wahrzunehmen ist. Wir sehen also alle Erscheinungen der Pyknose. Die Desorganisation des Zellkerns schreitet noch weiter und er zerfällt zu kleinen Schollen: Karyorhexis.

Die auffallendste Erscheinung ist die Vermehrung der Kernzahl, wobei die mitotische Kernteilung nicht durch Plasmateilung gefolgt wird, so dass, manchmal mächtige, mit 5—7 Kernen versehene Protoplasmakörper, wahrhaftige Syncytien entstehen.

In anderen Fällen können wir sogenannte pilzförmige Degenerationsformen beobachten. Der ausgedehnte Protoplasmateil ist noch normal, während in dem oberen hutförmigen Teile der Untergangsprozess schon begonnen hat; das Plasma ist angeschwollen und der Zellkern an die Seite gedrängt.

Im Inneren der Zelle erscheint oft eine vacuolige Degeneration. Manchmal sind nur die Konturen der Zelle sichtbar und die Kerne scheiden sich vom Protoplasmenkörper stark ab. Ein solches Plasma ist mit Vitalfarben nicht mehr färbbar. Gelegentlich waren auch mit langen Fortsätzen versehene, normale, spindelförmige Fibroblasten noch sichtbar. Wenn die Zellen hier vital gefärbt werden, ist die intensive Färbung des wohlerhaltenen Fibroblasten gut wahrzunehmen. Öfters ist der Zellkörper, ein grosses Syncytium mit vielen Zellkernen. Das Protoplasma enthält grosse Vacuolen und trübe, körnige Substanz. An anderen Stellen ist im Zellinneren pathologische Fettablagerung bemerkbar. Die Zelle ist eiförmig, der Kern an eine Seite gedrängt, daneben eine grosse Vacuole sichtbar. Das Protoplasma enthält viele, mit Osmium schwer färbbare Körnchen. Viele Zellen stellen eine vorgeschrittene Form der Nekrobiose dar. Der hantelförmige Zellkörper ist kaum sichtbar. Das Plasma hat hier autolytische Vorgänge durchgemacht und steht unmittelbar vor dem gänzlichen Zerfalle. Das Zellinnere enthält zahlreiche Kerne mit verwischten Konturen.

Die hier beschriebenen Formen der absterbenden Zellen sind noch keineswegs in allen Einzelheiten verständlich. Diese regressiven Prozesse benötigen vorerst noch eine Sammlung der Tatsachen, damit man sich ein einheitliches Bild darüber bilden kann.

IRODALOM. — LITERATUR.

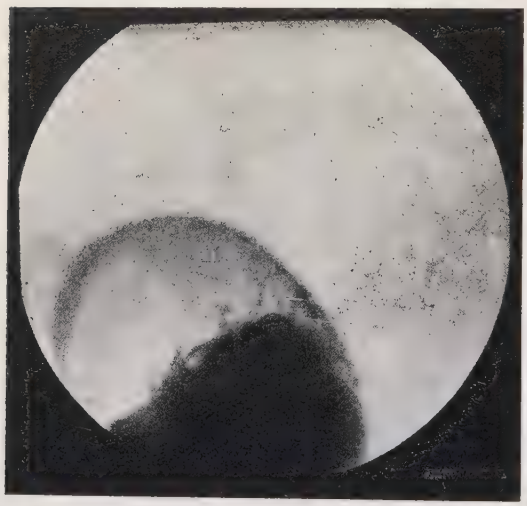
[1] *Romanese:* Sulle modificazioni morphologiche delle cellule coltivate in vitro al momento della morte. Atti d. Reale Accad. dei Lincei Bd. 30. 1921.

[2] *Krontowsky A.* und *Koleff L.:* Über das Auftreten von lipoiden Substanzen in den Gewebekulturen bei Autolyse der entsprechenden Gewebe. Zieglers Beitr. z. pathol. Anat. Bd. 58. 1914.

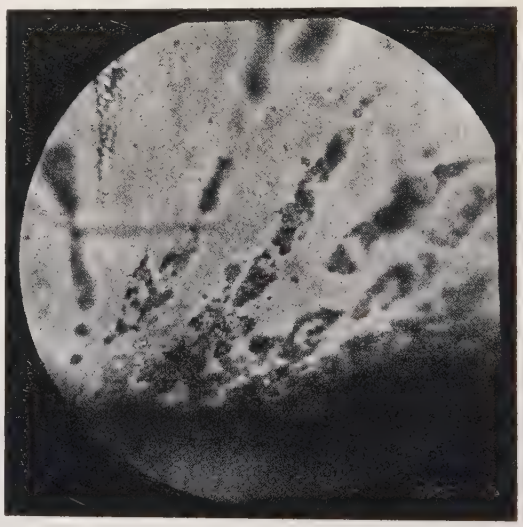
SZÖVETTENYÉSZTÉS AZ EMIS ORBICULARIS SZÍVÉNEK SINUS VENOSUSÁBÓL.

Irta: Dr. Koller Pius.

Alacsonyabbrendű gerinceseken végzett szövettenyésztési kísérletek eddig is sok érdekes eredményt tártak fel. *Harrison.*[1] a szövettenyésztés megalapítója, békaembriókon végezte alapvető kísérleteit. *Erdmann, Champy, Carrel, Burrows*[2] szintén alacsonyabbrendűeken dolgoztak. *Chlopin*[3] csak nemrégen közölt igen érdekes eredményeket az Axolotl-nak veseexplantátumairól, a Teleosteusok szív-, izom-, lép-, vese-



1. kép.



2. kép.

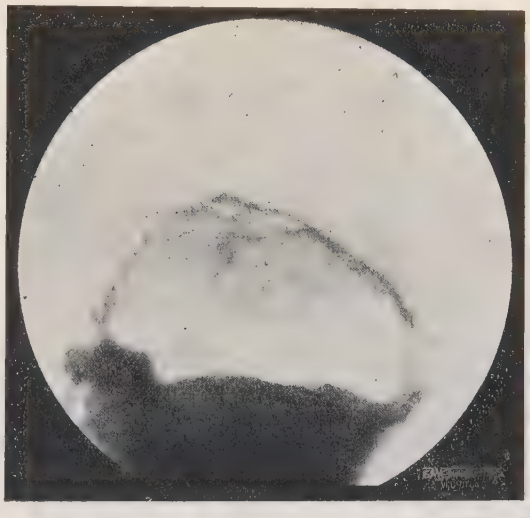
tenyészeteiről. Ezek az eredmények indítottak arra, hogy az Emys orbicularist, a mocsári teknőst, válasszam kísérleti médiumnak, midőn erre megfelelő anyagot kaptam.

Kísérleteimet a szív sinus venosusán végeztem. Amint tudjuk, a szív kontrakciós ingerei innen indulnak ki *Haberlandt*[4] és *Demoor*nak az utóbbi években közölt munkái szerint ezen szívrészből olyan anyagot is lehet kivonni, amely az álló szívet is összehúzódásra bírja és amelyet ezért szívhormonnak neveztek. Anélkül, hogy a kérdés élettani részéhez itt hozzászólni kívánnék, csak megemlítem, hogy szövetkultúrában a szív ritmikus működését *Burrows*,[2] *Carrel, M. Lewis* és *Olivo*[5] vizsgálta. Különösen érdekesek az utóbbi kísérletei: közös kultúrába helyezett heterogén szívfragmentumokat és akkor kitűnt, hogy az egyik szívdarabka a másikat vele synchron ritmikus összehúzódásokra bírta.

Vizsgálataimhoz kifejlődött Emys orbicularis szívének sinus venosusából vettem ki a kultúra számára szövetdarabkákat. A teknősbéka vérplasmájának igen lassú alvadása nagyon megkönnyíti a tenyésztést. Négyhetes centrifugált plazma még mindig alkalmas volt kultúrmédiumnak. Béka-Ringerrel higítva, jó tápanyagnak használható. Kultúráimhoz a kipreparált carotisból kb. 6—8 cm^3 vért vettem.

A tenyészetek egy részét szobahőmérsékleten, egy másikat 38 C°-on thermostatban tartottam. A két különböző hőfokon tartott szövetkultúra azonban teljesen azonos növekedést mutatott, kivéve az implantáció utáni inkubációtartamot. *Gassul*[8] megfigyelését is tapasztaltam, hogy t. i. napfényen tartott kultúrák élettevékenysége intenzívebb, mint a sötétben tartottaké, de rövidebb életűek is.

A szövetdarabkákat előbb Ringer-oldatban kimostam, majd teknős-plazmába helyeztem. 16 órás inkubáció után már mutatkoztak a kinövés jelei. A kinövés különösen gyorsan a sinus venosusból vett darabkákon indult meg. 45 tenyészet közül 40-ben láttam a sinus venosusból való növekedést már akkor, midőn 20 másikban, amelyeket a szív egyéb tájairól vettem, ennek még semmi jele sem volt észlelhető.



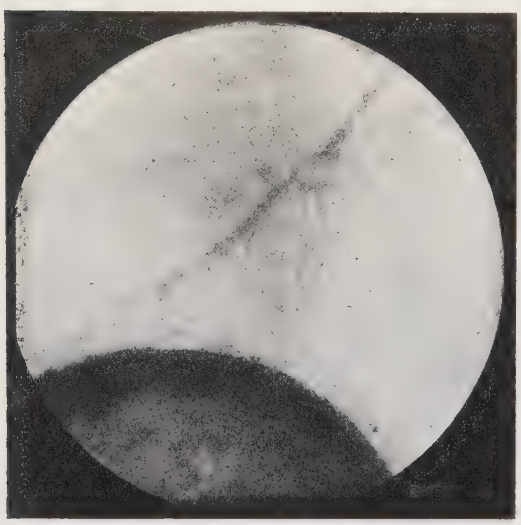
3. kép.

24 órával a beoltás után az első ábrán látható kép mutatkozott. A fibroblastok sugárszerűen nyomulnak előre a tápláló médiumba. A fibroblastok — az alacsonyabbrendűekre jellemző — hosszú alakúak és szoros összefüggésben maradnak az anyaszövettel. A növekedés annyira gyors és intenzív, hogy egyes sejteket összekötő plazmahidak sem fejlődnek ki. Olyan syncytiumra emlékeztető sejtszövedéket, mint amilyent pl. tyúkembryo szívéből kinövő sejtek alkotnak, itt nem találunk. *Laser*[7] szerint pedig a sejteknek ily módon való egybekapcsolódása a növekedés egyik fontos tényezője is.

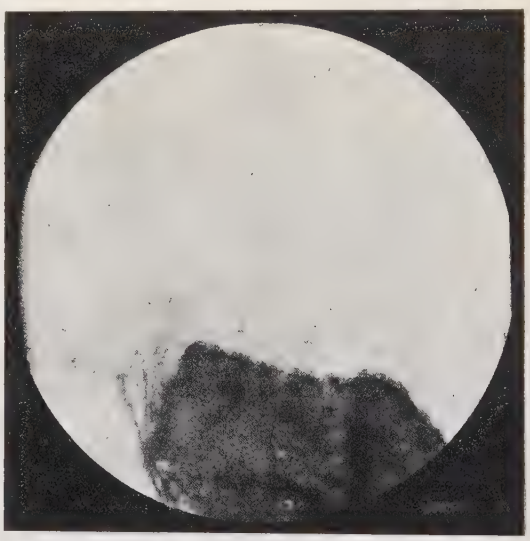
Kísérleteimben az látszik, hogy a sinus venosusban oly anyagnak kell jelen lennie, amely a sejtek növekedését gyorsítja. Külön kiemelendő, hogy bár a kifejlődött szervezetből vett szövetkultúra sokkal lassabban fejlődik, mint az embryonális szövetek, ezekben a sorozatokban olyan kultúránk is volt, mely szinte a tyúk embryohámjából vett kultúrával is párhuzamba volt állítható, annyira feltűnő és nagyfokú volt a növekedése. Mindenesetre érdekes, hogy a szívnek ugyanaz a helye, amely egyrészt az ingerképzés kiindulóhelye, a „szívhormon“ termelésének a helye, egyúttal a legerősebb növekedésnek a helye is szövettenyészetben. Már *Carrel*, *Burrows* és sokan mások is megfigyelték, hogy a szívnek nem minden része növekszik egyformán szövettenyészetben. De természetesen semmit sem mondhatunk ki arról, hogy a különböző jelenségeknek közös okuk van-e.

A 2. képen jól látható immerziós nagyítással, hogy a kinövő sejtek sugárszerűen indulnak ki az anyaszövetből és szinte arra látszanak mutatni, hogy a növekedést előidéző tényező egy szorosan meghatározott gócpontban van lokalizálva. Ezek a kinövő sejtek fibroblastok. Azonban nem illik rájuk *Fischer* azon leírása, hogy a fibroblastok már a kinövés kezdetén sűrű hálózatot alkotnak és szoros összefüggésben maradnak egymással. Itt a sejtek egészen önállóan nőnek tovább. Magvuk ovális, némely esetben félholdalakúan görbül. A protoplasmában, mint élénk anyagcsere jelét, sok vakuolát találunk.

A 3. képen egy, a harmadik passageban lévő kultúrát látunk 48 órás tenyésztés után. Szigetszerű sejtszaporulás és növekedés látható az anyaszövet egyik részén. Már az implantálás 24. órájában élénk sejtkinövés volt észlelhető. Ezek a sejtek



4. kép.



5. kép.

összenőttek és maguk mögött szabad mezőt hagytak, amelyet a kinövő sejtek azután elfoglaltak. Az 5. passage után a kultúra már egyöntetű növekedést mutatott.

A 4. kép a 3. passageból 48 órás tenyészet után, az 5 kép pedig az 5. passageból 3 napos tenyészetből származik.

Kísérleteim arra az eredményre vezettek, hogy a szívnek egy bizonyos része, a sinus venosus, oly specifikus anyagot termel, hogy az innen vett szövetkultúra szaporodása és növekedése lényegesen gyorsul. Tudjuk, hogy ilyen serkentő anyagokat embryoextractum, valamint különböző szervek kivonatai is (máj, vese) tartalmaznak. Kísérleteim nem döntik el azt a kérdést, hogy a szívmozgást megindító ingeranyagokhoz hasonló-e a sinus venosus növekedést gyorsító anyaga; egyelőre csak rámutatni kívántam arra, hogy itt ilyen anyagot kell feltételeznünk.

GEWEBEZÜCHTUNG AUS DEM SINUS VENOSUS DES HERZENS VON EMYS ORBICULARIS.

Von Dr. Pius Koller.

Gewebezüchtungen, die an niederen Wirbeltieren durchgeführt wurden, haben schon bisher zu vielen interessanten Resultaten geführt. *Harrison*,[1] der Begründer der Gewebezüchtung begann seine grundlegenden Versuche an Kaulquappen. *Erdmann*, *Champy*. *Carrel*, *Burrows*[2] beschäftigten sich auch mit niederen Wirbeltieren. *Chlopin*[3] publizierte erst vor kurzer Zeit seine interessanten Resultate von den Nierenexplantaten des Axolotls und den Herz-, Muskel-, Milz- und Nieren-Züchtungen der Teleostier.

Diese Ergebnisse veranlassten mich, die Sumpfschildkröte (Emys orbicularis) zu meinen Experimenten zu benützen. Meine Versuche habe ich an dem Sinus venosus des Herzens durchgeführt. Wie wir wissen, gehen die Kontraktionsreize des Herzens von hier aus. Nach den, in den letzten Jahren veröffentlichten Arbeiten von *Haberlandt*[4] und *Demoor*, kann aus diesem Herzteil ein Stoff extrahiert werden, welcher das ruhende Herz in Bewegung setzt und welcher desshalb Herzhormon genannt wurde. Ohne mich mit der physiologischen Seite der Frage zu beschäftigen, erwähne ich nur, dass der rhythmische Betrieb des Herzens in Gewebezüchtungen von *Burrows*,[2] *Carrel* und *M. Lewis* und *Olivo*[5] studiert wurde. Besonders Interesse erregend sind die Versuche des Letzteren. Er legte heterogene Herzfragmente in eine gemeinsame Kultur und es zeigte sich, dass ein Herzteilchen imstande ist das andere in synchron-rhythmische Bewegungen zu bringen.

Ich nahm die Gewebeteile für meine Untersuchungen aus dem Sinus venosus einer entwickelten Sumpfschildkröte. Die langsame Gerinnung des Schildkrötenplasmas erleichtert die Züchtung sehr. Ein vier Wochen altes, zentrifugiertes Plasma war noch immer ein taugliches Medium zu den Züchtungen. Mit Frosch-Ringer verdünnt, kann es gut als Nährmedium verwendet werden. Zu den Kulturen nahm ich aus der präparierten Carotis 6—8 cm^3 Blut.

Einen Teil der Kulturen hielt ich bei Zimmertemperatur, den anderen in einem Thermostat bei 38 C°. Der Temperaturunterschied machte sich in dem Grade des Wachstums nicht geltend, nur in der Dauer der Incubation nach der Implantation zeigte sich eine Differenz. Ich kann die Beobachtungen *Gassul*'s[6] bestätigen, dass im Sonnenlicht gehaltene Kulturen eine intensivere Lebenstätigkeit, als die im Dunkeln gehaltenen zeigen, aber auch schneller zugrunde gehen.

Die Gewebestücke wusch ich in Ringer-Lösung aus und legte sie in Schildkrötenplasma. Nach 16 Stunden zeigten sich schon die Zeichen des Auswuchses. Besonders rasch zeigte sich ein Auswuchs an den, aus dem Sinus venosus entnommenen Stücken. Aus 45 Kulturen, die aus dem Sinus venosus entnommen wurden, sah ich bei 40 die Zeichen eines Auswuchses nach einer Zeit, wo bei 20 anderen Stücken, die aus anderen Herzteilen stammten, überhaupt noch kein Zeichen des Wachstums zu bemerken war.

Vierundzwanzig Stunden nach der Einimpfung zeigte sich das Bild, das Fig. 1 darstellt. Die Fibroblasten dringen strahlenförmig in das Nährmedium. Sie sind,

wie bei allen niederen Tieren charakteristisch lang und mit dem Muttergewebe eng verbunden. Das Wachstum ist so rasch, dass die die einzelnen Zellen verbindenden Plasmenbrücken sich nicht entwickeln. An ein Syncytium erinnerndes Gewebe, wie es z. B. aus dem Herzen des Hühnerembryos entsteht, finden wir hier nicht, obzwar nach *Laser*[7] eine solche Verbindung der Zellen ein wichtiger Faktor des Wachstums ist. Meine Versuche zeigen, dass im Sinus venosus eine Substanz enthalten sein muss, welche das Wachstum der Zellen fördert. Es ist besonders hervorzuheben, dass trotzdem aus dem entwickelten Organismus gezüchtete Zellen sich im Allgemeinen viel langsamer entwickeln, als das embryonale Gewebe, wir in dieser Reihe auch solche Kulturen fanden, die mit den Kulturen aus dem Epithel des Hühnerembryos vergleichbar waren.

Jedenfalls ist es interessant, dass der Ort im Herzen, der einesteils der Ausgangspunkt der Reizbildung und die Bildungsstelle des Herzhormons ist, gleichzeitig auch der Ort des stärksten Wachstums in der Gewebekultur ist. Es wurde schon von *Carrel*, *Burrows*, u. a. bemerkt, dass nicht alle Teile des Herzens gleiches Wachstum in Gewebekulturen zeigen. Natürlich können wir nichts darüber sagen, ob die verschiedenen Erscheinungen dieselbe Ursache haben.

Fig. 2 zeigt bei Immersionsvergrösserung strahlenförmig aus dem Muttergewebe auswachsende Zellen. Man gewinnt den Eindruck, dass der wachstumfördernde Faktor an einen streng definierten Platz lokalisiert ist. Diese auswachsenden Zellen sind Fibroblasten, jedoch passt auf sie *Fischer*s Beschreibung nicht, dass Fibroblasten schon beim Beginnen des Wachstums ein dichtes, miteinander eng verbundenes Netz bilden. Hier wachsen die Zellen ganz selbständig weiter. Ihr Kern ist oval, in manchen Fällen halbmondförmig gekrümmt. Das Protoplasma enthält zum Zeichen eines intensiven Stoffwechsels viele Vacuolen.

Fig. 3 zeigt eine, sich in der dritten Passage befindende Kultur, nach 48-stündiger Züchtung. An einer Stelle des Muttergewebes ist inselartige Zellvermehrung und Wachstum bemerkbar, was sich schon in der 24-sten Stunde der Implantation zeigte. Diese Zellen sind zusammengewachsen und liessen hinter sich ein freies Feld, was die später auswachsenden Zellen ausfüllten. Nach der 5-ten Passage zeigt die Kultur schon einheitliches Wachstum.

Fig. 4 zeigt eine Kultur aus der 3.-ten Passage nach 2-tägiger, Fig. 5 aus der 5.-ten Passage nach 3-tägiger Züchtung.

Zusammenfassend können wir also sagen, dass aus einem speziellen Teil des Herzens, dem Sinus venosus, entnommene Kulturen ein stark erhöhtes Wachstum zeigen, welches eventuell durch eine hier gebildete fördernde Substanz zustande kommt. Aehnliche fördernde Stoffe sind auch in Embryoextrakten, sowie in den Auszügen einzelner Organe, z. B. Leber, Niere enthalten. Die Frage über die Identität dieser Wirkungsstoffe ist noch nicht entschieden. Vorläufig sollte nur auf die Tatsache selbst hingewiesen werden.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] *Harrison*, Embryonic transplantation and development of the nervous system. Anat. record. V. 2. 1908.

[2] *Burrows*, Rythmische Kontraktionen der isolierten Herzmuskelzelle ausserhalb des Organismus. Münch. med. Wochenschr. B. 59. S. 1473. 1912.

[3] *Chlopin*, Gewebekultur niederer Vertebraten. Arch. f. exp. Zellf. VI. 97. 1928.

[4] *Haberlandt, L.*, Das Hormon der Herzbewegung. Urban und Schwarzenberg, 1927.

[5] *Olivo*, Sull' inizio della capacita funzionale dei tessuti contractili nell' embrione di' pollo. Arch. di fiziol. V. 33 1924.

[6] *Gassul*, Über Tageslichtwirkung auf lebende Zellen in vitro. Arch. f. exp. Zellf. III. 92. 1927.

[7] *Laser*, Über Zellenverbindung in vitro als Vorbedingung f. Zellwachstum. Arch. f. exp. Zellf. I. 125. 1925

NEUTRÁLIS SÓK HATÁSA A FEHÉRJÉK IONIZÁCIÓJÁRA ÉS FORMALDEHID KÖTŐKÉPESSÉGÉRE.

Irta: Dr. Reiner László
az Erzsébet tudomány egyetem magántanára (Pécs)

Fehérjék sókkal képezett vegyületeinek viselkedését fizikai-kémiai szempontból először *Pauli*[1] és munkatársai vizsgálták és azóta mások is *(Heymann)*.[2] Ezekben a kísérletekben olyan sókról volt szó, amelyekben a fehérje egy nem disszociálódó vegyületet képez. Fiziológiai szempontból sokkal érdekesebb az alkáli- és alkáliföldfém-sóknak hatása fehérjékre; ezeknek alkotórészei erős savak vagy lúgok, amelyekről ismeretes, hogy a fehérjék velük teljesen disszociáló vegyületeket alkotnak. A „neutrális sóknak" jelenléte, mint ismeretes, számos biológiai reakció szempontjából rendkívül fontos; ilyenek a ferment-reakciók, az in vitro hormon-hatások, az immunreakciók stb. Itt olyan rendszerekről van szó, amelyeknél a sók nem az osmosisnyomás biztosítására szolgálnak, sőt az sem valószínű, hogy a duzzadásra gyakorolt befolyásuknak volna szerepe. A globulin ionizációjának vizsgálatánál nyert tapasztalatok alapján valószínű, hogy a neutrális sók szerepe az említett biológiai jelenségeknél a fehérjék ionizációjára gyakorolt hatásában leli magyarázatát. Két esztendővel ezelőtt e sorok írója felhívta a figyelmet arra,[4] hogy neutrális sók jelenlétében a fehérje sav- és lúgkötő képessége megváltozik. Evvel a közleménnyel egyidőben jelent meg *Sörensen* intézetéből *Linderström-Lang* és *Lund*tól[5] egy hasonló tárgyú dolgozat. Ezek a szerzők a neutrális só-hatást a fehérjék izoelektromos pontja közelében vizsgálták, érzékeny mérő módszerükkel itt is meg tudták állapítani az ionizáció fokozódását sók hozzáadására. *Linderström-Lang* szerint ez a jelenség következménye lehet annak, hogy sók jelenlétében a fehérjével reagáló OH-ionok aktivitása csökken, feltéve, hogy a fehérje ionizációja sav-, illetve lúg-gyökök disszociációja folytán következik be és a disszociálatlan fehérjemolekulák aktivitása (a *Bjerrum-Lewis*-elmélet értelmében használt kifejezés) nem változik a só hatására. Ezek szerint tehát az ionizáció növekedése sók hatására úgy tekinthető, mint bizonyítéka annak, hogy a fehérje valóban disszociáció (és nem ion-adszorpció) folytán nyeri töltését. *Linderström-Lang* azonban csak qualitativ megegyezést tudott kimutatni, azt is csak olyan feltételek mellett, amelyeknek helyességét korántsem lehet bizonyítottnak elismerni.

Szükséges volt tehát egy ***experimentális úton*** is megközelíthető kritériumot keresni arra, 1. hogy a fehérjék valóban disszociáció útján ionizálódnak-e vagy sem és 2. hogy a neutrális sók azáltal hatnak-e, hogy ezt a disszociációt befolyásolják.

Ha egy bizonyos, az izoelektromos ponttól az alkálikus oldal felé eső, H-ionkoncentrációnál sók jelenlétében a fehérje ionizációja nagyobb, mint sómentes közegben, akkor abban az esetben, ha ez a változás disszociáló csoportokra vezethető vissza, szükségszerűen megváltozik ezeknek száma is. Még pedig *vagy megváltozik*

az egyes fehérjemolekulákban az egyáltalában disszociálódó csoportoknak abszolút száma, vagy az utóbbi állandó marad és csak *a már disszociált csoportok számának viszonya változik meg, a még nem disszociáltakéhoz képest*. Az utóbbi esetben, szemben az előbbivel, az illető fehérjének maximális lúgkötőképessége nem változik, de egy az izoelektromos ponthoz közelebb eső H-ionkoncentrációnál áll be. Ceteris paribus ugyanez következik be a savanyú oldalon is. A felvetett kérdést tehát el lehet dönteni egy olyan metódus segítségével, amellyel *az összes disszociált, vagy az összes disszociálatlan csoportok kémiai úton is meghatározhatók*. Erre alkalmas lehet valamilyen amino-csoportot meghatározó metódus. A *Van-Slyke*-féle metódus nem jöhetett szóba, mert ennél sem a só-koncentráció, sem a H-ionkoncentráció nem változtatható, ellenben alkalmasnak látszott a *Sörensen*-féle formoltitráció, amely sómentes közegben is végezhető. Természetesen a metódust úgy kellett módosítani, hogy az a H-ionkoncentráció, amelynél a titrálás végbemegy, *változtatható* legyen. Ez a metódus tudvalevőleg azon alapszik, hogy a lúg hozzáadására hidrolizált aminocsoportok formaldehid jelenlétében, annak kötődése folytán, elvesztik bázikus tulajdonságaikat; ezáltal felszabadul aequivalens mennyiségű, az aminó-csoportokat eredetileg neutralizáló sav-csoport, ami viszont a hozzáadott lúgot neutralizálja. *A neutralizált lúgmolekulák számából kiszámítható a formaldehidet kötő aminócsoportok száma*. A neutralizált lúgmolekulák számát igen gyenge indikátorok használata mellett ($p_K \backsim 10$) titrálással szokás meghatározni. De semmi akadálya nincs annak, hogy a kötött lúg mennyiségét az elektrometriás titrálás elve alapján határozzuk meg, ami által a metódus tetszés szerinti H-ionkoncentráció mellett is használhatóvá válik. Ennek az elvnek lényege az, hogy a H-ionkoncentráció meghatározásának segítségével kiszámítjuk a szabad OH-ionkoncentrációt, illetve annak mennyiségét és ezt a hozzáadott lúg mennyiségéből levonva, nyerjük a neutralizált lúg mennyiségét. Ez pedig aequivalens a formaldehid által kötött és a hidrolizált szabad aminó-csoportok összegével. Az utóbbi azonban nagy formaldehidfölösleg esetén elhanyagolható.

Ha különböző H-ionkoncentrációnál összehasonlítjuk a fehérje lúgkötő-képességét formaldehid jelenlétében és anélkül, akkor azt látjuk, hogy ez az izoelektromos pont közvetlen közelében a két esetben azonos (1. ábra), ami azt jelenti, hogy itt a lúgkötés szabad sav-csoportok disszociációjára vezethető vissza. Ebből azonban az is következik, hogy a vizsgált fehérjében (kristályos tojásfehérje) szabad aminócsoport nincs (— NH_2), hanem valamennyi ionizált (— NH^+_3) formában van jelen. További lúg hozzáadására (p_H növelésére) a formaldehidet tartalmazó oldatok *sokkal több lúgot kötnek*, mint a formaldehidmentesek. A sav-csoportok ugyanis a hozzáadott lúg és az aminó-bázisok között megoszlanak. Ha a hidrolizált aminó-csoportokat formaldehiddel közömbösítjük, egy egyensúly-eltolódás következik be és az aminó-csoportoknak az a része, amely ennél a p_H-nál egyáltalában hidrolizálhat, átalakul az addiciós vegyületté. A szóbanforgó két láncolatos reakció sémája abban az esetben, ha a fehérjét egy egyvegyértékű ampholyttal helyettesítjük:

$$RNH_3^+ + OH^- \rightleftarrows RNH_2 + H_2O$$

$$RNH_2 + H_2CO \rightarrow RNH_4CO \text{ (vagy } RNCH_2 + H_2O)$$

Az egyensúly-kritérium pedig:

$$\frac{(RNH_2)}{(RNH_3^+)} = K_1 \frac{Kv}{(H^+)} - \frac{K^I}{(H^+)}$$

$$\frac{(RNH_4CO)}{(RNH_2)} = K^{II}$$

$$\frac{(RNH_4CO)}{(RNH_3^+)} = \frac{K^I K^{II}}{(H^+)}$$

(A zárójelek aktivitásokat jelentenek, a K-k pedig egyensúly-állandókat.)

Látható tehát, hogy az amino-aldehyd-komplexumok viszonya az RNH_3^+-hoz nagy H-ionkoncentrációnál kicsi, ami azt jelenti, hogy savanyú oldalon nincs aldehidkötés. Kis H-ionkoncentrációnál ez a viszony nagyobb, mint a hidrolizált aminócsoportok viszonya a nem hidrolizáltakéhoz, ami egyértelmű avval, hogy a lúgkötőképesség formaldehid jelenlétében nagyobb, mint anélkül. Hogy mennyivel, az K^{II} értékétől függ. Fehérjéknél természetesen ezek az összefüggések bonyolultabbak, megfelelőleg annak, hogy a fehérje egy többvegyértékű ampholyt. Az erre vonatkozó elméleti fejtegetésektől azonban egyelőre eltekintünk, mert ezek úgy sem vezethetnek más elvi eredményre, mint a fenti.

A fehérje formaldehid-kötőképességének változása a H-ionkoncentrációval már egymagában is amellett szól, hogy a fehérje-ionogén-csoportok disszociációja útján nyeri töltését. Aminó-csoportoknak aldehiddel való reakciója a jól tanulmányozott kémiai folyamatok közé tartozik. Ismeretes, hogy ez a folyamat csakis *szabad aminó*-csoportok és aldehid között megy végbe. Ha tehát az ionizációval kapcsolatban a *szabad aminó-csoportok száma nem változnék, nem változhatna annak formaldehidkötő képessége sem.* Az a körülmény, hogy az izoelektromos pont közvetlen közelében formaldehidkötés nincs (hogy formaldehid hozzáadása az izoelektromos pont táján nem savanyítja meg az oldatot), azt jelenti, hogy a fehérjében az aminó-csoportok vagy *Pauli* elképzelése szerint belső só formájában vannak jelen (— $COONH_3$ —), vagy ami még sokkal valószínűbb, Bjerrum feltevésének megfelelőleg iker-ionokat képeznek (-$COORNH^+_3$)

Ha már most só jelenlétében a fehérje lúgkötő-képessége megváltozik, akkor, feltéve, hogy ennek a savcsoportok disszociációjában, illetve az aminó-csoportok hidrolízisében rejlik az oka, *a formaldehidaddíciónak is meg kell növekedni,* aminek viszont következménye egy aequivalens mértékben megnövekedő lúgneutralizáció.

Kísérleteink (1. ábra és táblázat) azt mutatják, hogy ez valóban be is következik. *Neutrális só jelenlétében a formaldehidkötés egy bizonyos* p_H*-nál tetemesen megszaporodik.* Pl. p_H 7·5 táján 40%-kal nagyobb 0·2 n KCl jelenlétében mint sómentes közegben. A formaldehidkötés maximuma kb. annál az ionizációnál van, amelynél régebbi kísérleteink szerint a sónak lúgkötésre gyakorolt hatása is maximumot ér el.

Az eddigiek alapján azt állapíthatjuk meg, hogy neutrális só jelenlétében az egy bizonyos p_H-nál hidrolizáló aminó-csoportok, illetve disszociáló savcsoportok

száma valóban megnő. Hogy az aminó-, illetve savcsoportok abszolút száma megnő-e, azt kísérleteink alapján nem lehet eldönteni, mert a használt metódussal nem lehetett a maximális lúgkötő-képességet meghatározni. Megjegyzendő, hogy amennyiben a neutrális sóhatás az ionaktivitás megváltozására vezethető vissza, ez — amint *Linderström-Lang* és *Ellen-Lund* kifejtették — nem is várható. Érdekes az, hogy $p_H \backsim 10$ felett formaldehid jelenlétében a neutrális sóhatás megszűnik. Ez nem függhet a H-ionkoncentrációval közvetlenül össze, mert a formaldehidmentes közegben a neutrális sóhatás csak itt válik a mi általunk használt indikátor-metódussal mérhetővé. Ellenben valószínű, hogy az ionizáció fokával függ össze. Lehetséges, hogy ilyen nagyfokú ionizációnál a fehérjében irreverzibilis folyamatok mennek végbe, a fehérje szétesik alacsonyabb molekulasúlyú részekre (ezért nő a lúgkötő-képessége). Úgy látszik, hogy ezt a folyamatot sók jelenléte már nem befolyásolja. Formaldehid jelenltében ez már $p_H \backsim 10$ táján bekövetkezik.

KISÉRLETI RÉSZ.

A kísérleteket kétszer kristályosított és elektrodialízissel tisztított tojásfehérjével végeztük. Ez majdnem egy évig állt steril körülmények között hűtőszobában. Ez alatt az idő alatt kevés üledék képződött, amit szűrés útján távolítottunk el. A törzsoldat H-ionkoncentrációja 4·90 (Michaelis-indikátor-metódussal mérve), fehérjetartalma 10·3% (gravimetriás meghatározás).

A formaldehidet vásárolt készítményből lassú desztillációval tisztítottuk. Az így nyert oldatot sötét helyen több napon át el lehetett tartani, anélkül, hogy savtartalma növekedett volna. A törzsoldat formaldehid-tartalma 19·8% (jodometriás meghatározás) volt. 10 cm^3 törzsoldatra 0·47 cm^3 n/10 NaOH fogyott. Használat előtt az oldatot gondosan neutralizáltuk.

Neutrális sóként káliumklóridot használtunk, amelyet 1·1 normál oldat alakjában széndioxid-mentesen tartottunk el.

A használt lúg n/10 karbonátmentes nátronlúg volt, illetve kis mennyiségek lemérésénél ennek 10-szeres higítását használtuk.

A H-ionkoncentrációt a Michaelis-indikátor-metódussal mértük. A jelen vizsgálatokat a felvetett kérdésre vonatkozó előtanulmánynak tekintettük és megelégedtünk ennek a metódusnak a pontosságával, amely $\pm$ 0·05 p_H volt. A feltételezett aminó-csoport-szaporulatot azonban evvel a metódussal is jól ki lehetett mutatni; ugyanis az a H-ionkoncentráció, amelynél a fehérje egy bizonyos töltést vett fel, némely esetben 0·55 p_H-val volt kisebb neutrális só jelenlétében, mint sómentes közegben.

A keveréket keresztmetszetre kalibrált kémcsövekben készítettük, még pedig úgy, hogy 1 cm^3 fehérje 1 cm^3 sóoldatot (vagy helyette a megfelelő csövekben kifőzött desztillált vizet), 1 cm^3 formaldehidet (vagy helyette kifőzött desztillált vizet) kevertünk össze és ehhez adtuk a lúgot. A keveréket feltöltöttük 5·00 cm^3-re és elláttuk 0·50 cm^3 indikátorral. A fehérje koncentrációja tehát 1·87% volt (megfelel egy $5{\cdot}35 \times 10^{-4}$ molár-oldatnak), a formaldehid koncentrációja 3·6% volt, tehát 1·2

molár, a káliumklórid 0·2 normál. Megállapítottuk, hogy az, hogy a reagenseket mily sorrendben keverjük össze, a kapott eredményt nem befolyásolta.

A szabad lúg koncentrációját a következőképen számítottuk ki: a H- és OH-ionok aktivitásainak szorzatát ($a_H \times a_{OH}$), tehát a víz disszociációs konstansát (Kv), tekintve, hogy átlag 22 C°-on dolgoztunk, *Clark*[6] szerint $10^{-14{\cdot}00}$-nek vettük. 0·2 n. káliumklórid jelenlétében az aktivitási koefficienst *Lewis* és *Randall*[7] szerint 0·749-nek vettük. A víz disszociációs konstansának változását sók hatására nem vettük figyelembe.

A számítási menet a következő volt:

$$\frac{Kv}{a_H} = a_{OH}\,; \quad \frac{a_{OH}}{f} = c_{OH}\,; \quad \frac{a_H}{f} = c_H\,; \quad -\log a_H = p_H$$

ahol f az aktivitási koefficiens, és a-val az aktivitásokat, c-vel a koncentrációt jelöljük. A lemért cm^3 $^n/_{10}$ lúg szorozva 18·2-del adta a használt lúgot literenként, ebből levonva C_{OH}-t, kaptuk a kötött lúgot. A kötött lúg osztva 18·7-del adta az 1 g fehérje által kötött lúgot.

A kísérleti eredményeket a következő ábrában, illetve táblázatban foglaltuk össze.

ÖSSZEFOGLALÁS.

Tanulmányoztuk a fehérjék formaldehidkötő-képességét különböző H-ionkoncentrációnál és azt tapasztaltuk, hogy ez *az ampholytok disszociációs elméletének megfelelőleg folyik le. Azt a neutrális sóhatást, amelyet a fehérjék sav-, illetve lúgkötő-képességének meghatározásánál találtunk* és amelyet az ionaktivitás csökkenésére lehet visszavezetni, *megtaláljuk a fehérjék formaldehidkötő-képességének meghatározásánál is.*

A szíves vendéglátásért és támogatásért Verzár professzor úrnak ezúton is hálás köszönetemet fejezem ki.

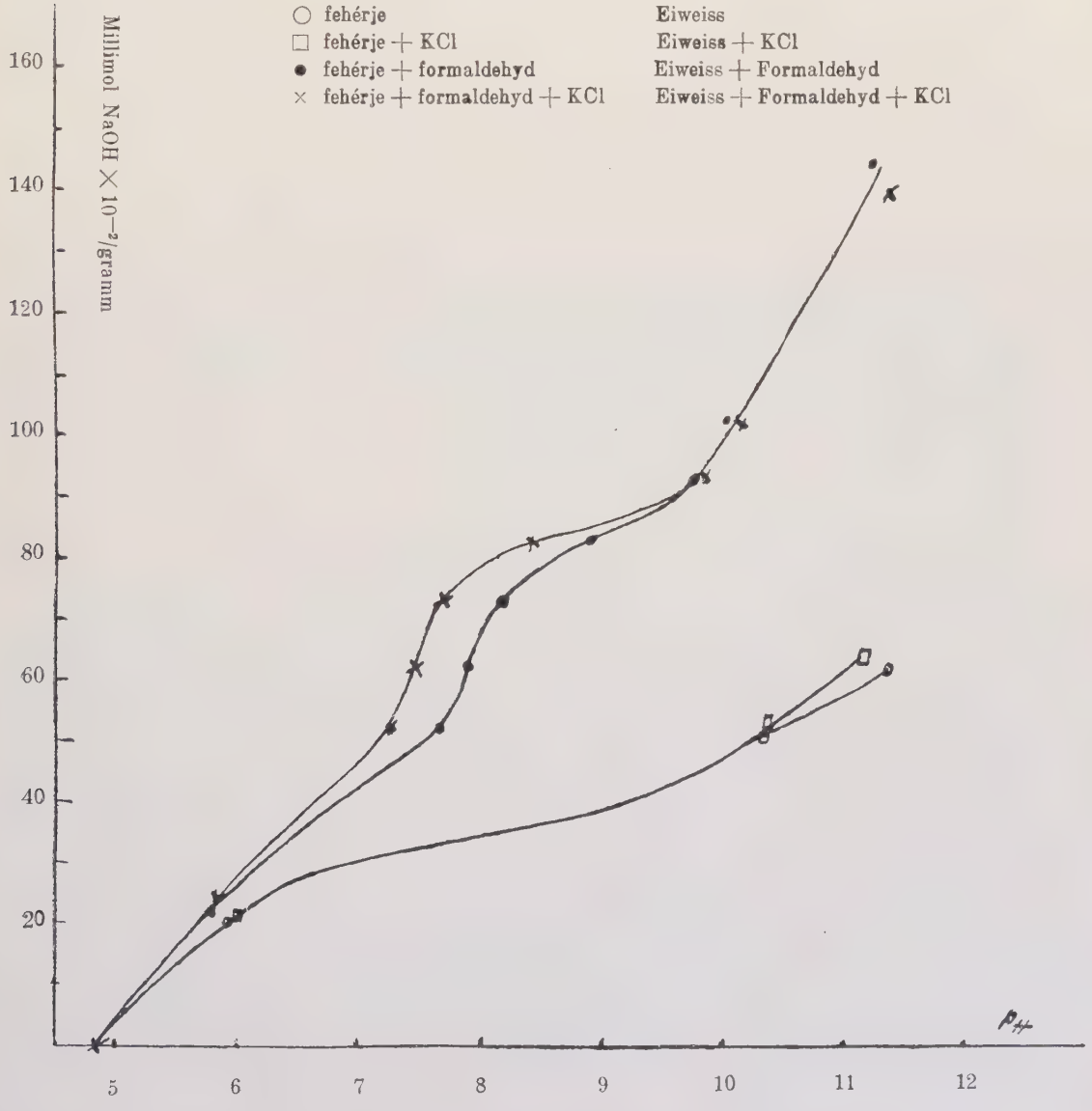
Táblázat. — Tabelle.

Az oldat összetétele Zusammensetzung der Lösung	Összes — Gesammt NaOH mol/Lit×10⁻³	Szabad Freie NaOH mol/Lit	Kötött Gebundene NaOH mol/Lit×10⁻³	p_H	a_{OH}	a_H
Fehérje — Eiweiss	3·9	$7{\cdot}9\times10^{-9}$	20·8	5·90	$7{\cdot}9\times10^{-9}$	$1{\cdot}26\times10^{-6}$
	9·7	$2{\cdot}0\times10^{-4}$	50·6	10·30	$2{\cdot}0\times10^{-4}$	$5{\cdot}00\times10^{-11}$
	13·6	$2{\cdot}2\times10^{-3}$	61·0	11·35	$22{\cdot}4\times10^{-4}$	$4{\cdot}47\times10^{-12}$
Fehérje + KCl — Eiweiss + KCl	3·9	$19{\cdot}5\times10^{-9}$	20·8	5·85	$7{\cdot}1\times10^{-9}$	$7{\cdot}41\times10^{-6}$
	9·7	$2{\cdot}4\times10^{-4}$	50·3	10·25	$1{\cdot}8\times10^{-4}$	$5{\cdot}62\times10^{-11}$
	13·6	$1{\cdot}9\times10^{-3}$	62·6	11·15	$1{\cdot}4\times10^{-3}$	$7{\cdot}10\times10^{-12}$
Fehérje + formaldehyd	3·9	$5{\cdot}0\times10^{-9}$	20·8	5·70	$5{\cdot}0\times10^{-9}$	$2{\cdot}00\times10^{-6}$
	9·7	$5{\cdot}0\times10^{-7}$	51·7	7·70	$5{\cdot}0\times10^{-7}$	$2{\cdot}00\times10^{-8}$
	11·7	$8{\cdot}0\times10^{-7}$	62·5	7·90	$8{\cdot}0\times10^{-7}$	$1{\cdot}26\times10^{-8}$
	13·6	$1{\cdot}4\times10^{-6}$	72·7	8·15	$1{\cdot}4\times10^{-6}$	$7{\cdot}10\times10^{-9}$
Eiweiss + Formaldehyd	15·6	$8{\cdot}0\times10^{-6}$	83·4	8·90	$8{\cdot}0\times10^{-6}$	$1{\cdot}26\times10^{-9}$
	17·5	$6{\cdot}3\times10^{-5}$	93·0	9·80	$6{\cdot}3\times10^{-5}$	$1{\cdot}60\times10^{-10}$
	19·4	$1{\cdot}0\times10^{-3}$	103·0	10·00	$1{\cdot}0\times10^{-4}$	$1{\cdot}00\times10^{-10}$
	29·0	$1{\cdot}6\times10^{-3}$	147·0	11·20	$1{\cdot}6\times10^{-3}$	$6{\cdot}30\times10^{-12}$

Táblázat. — Tabelle.

Az oldat összetétele Zusammensetzung der Lauge	Összes — Gesammt NaOH mol/Lit $\times 10^{-3}$	Szabad Freie NaOH mol/Lit	Kötött Gebundene NaOH mol/Lit $\times 10^{-5}$	pH	aOH	aH
Fehérje + formaldehyd + KCl Eiweiss + Formaldehyd + KCl	3·9	$9{\cdot}5\times10^{-9}$	20·8	5·70	$7{\cdot}1\times10^{-9}$	$7{\cdot}00\times10^{-6}$
	9·7	$3{\cdot}0\times10^{-7}$	51·7	7·30	$2{\cdot}0\times10^{-7}$	$5{\cdot}00\times10^{-8}$
	11·7	$4{\cdot}3\times10^{-7}$	62·5	7·50	$3{\cdot}2\times10^{-7}$	$3{\cdot}16\times10^{-8}$
	13·6	$5{\cdot}3\times10^{-7}$	72·7	7·60	$4{\cdot}0\times10^{-7}$	$2{\cdot}57\times10^{-8}$
	15·6	$3{\cdot}7\times10^{-6}$	83·4	8·45	$2{\cdot}8\times10^{-6}$	$3{\cdot}54\times10^{-9}$
	17·5	$8{\cdot}4\times10^{-5}$	93·1	9·85	$6{\cdot}3\times10^{-5}$	$1{\cdot}41\times10^{-10}$
	19·4	$1{\cdot}6\times10^{-4}$	102·0	10·10	$1{\cdot}2\times10^{-4}$	$7{\cdot}94\times10^{-11}$
	29·0	$2{\cdot}7\times10^{-3}$	140·0	11·30	$2{\cdot}0\times10^{-3}$	$5{\cdot}00\times10^{-12}$

Tojásfehérje (1·87%) NaOH és H_2CO_3 kötőképessége.



IONISIERUNG UND FORMALDEHYDBINDUNG DER EIWEISSKÖRPER BEI GEGENWART VON NEUTRALSALZEN.

Von Privatdozent Dr. L. Reiner — Pécs.

Das Verhalten der Verbindungen von Eiweiss mit Salzen, haben von physikalisch-chemischem Standpunkt zuerst *Pauli*[1] und Mitarbeiter untersucht, später auch andere *(Heymann)*.[2] Bei diesen Versuchen handelte es sich um Salze, mit denen das Eiweiss nicht dissoziierende Verbindungen bildet. Vom physiologischen Standpunkt ist die Wirkung der Alkali- und Erdalkali-Salze auf Eiweiss viel interessanter. Ihre Bestandteile sind starke Säuren oder Laugen, mit denen die Eiweisskörper bekanntlich vollständig dissoziierende Verbindungen bilden. Das Vorhandensein von „Neutralsalzen" ist für zahlreiche biologische Reaktionen ausserordentlich wichtig; solche sind z. B. die Ferment-Reaktionen, die Immunreaktionen, in vitro Hormon-Wirkungen, usw. Es handelt sich hier um Systeme, bei denen die Salze nicht zur Erhaltung des osmotischen Druckes dienen, es ist sogar unwahrscheinlich, dass hier ihre Wirkung auf die Quellung eine Rolle spielt. Auf Grund der bei der Untersuchung der Ionisation des Globulins gemachten Erfahrungen ist es wahrscheinlich, dass die Rolle der Neutralsalze bei den erwähnten biologischen Erscheinungen ihre Erklärung in der Wirkung auf die Ionisierung der Eiweisskörper findet.[3] Vor zwei Jahren hat Verfasser darauf aufmerksam gemacht,[4] dass die Säure- bzw. Alkali-Bindungsfähigkeit des Eiweiss sich bei Gegenwart von Neutralsalzen ändert. Mit jener Mitteilung zu gleicher Zeit erschien ein Aufsatz ähnlichen Inhalts von *Linderström-Lang* und *Lund*[5] aus dem Institut von *Sörensen*. Diese Autoren haben die Wirkung der Neutralsalze in der Nähe des isoelektrischen Punktes des Eiweiss untersucht; mit ihrer empfindlichen Messmethode konnten sie auch hier eine Steigerung der Ionisation nach Hinzufügen von Salzen feststellen. Nach *Linderström-Lang* und *Lund* kann diese Erscheinung als eine Folge davon aufgefasst werden, dass die Aktivität der mit Eiweiss reagierenden OH-Ionen in Gegenwart von Salzen abnimmt; vorausgesetzt wird, dass die Ionisation des Eiweiss infolge der Dissoziation von saueren bzw. basischen Radikale eintritt, und die Aktivität der nicht dissoziierten Eiweissmoleküle (im Sinne der *Bjerrum-Lewis*'schen Theorie angewandter Ausdruck) sich in Salzhaltigen Lösungen verschiedener Konzentration nicht ändert. Nach ihnen ist also die gesteigerte Ionisation in salzhaltigen Lösungen als ein Beweis dessen zu betrachten, dass das Eiweiss tatsächlich infolge von Dissoziation (und nicht infolge von Ionenadsorption) seine Ladung gewinnt. *Linderström-Lang* konnte indessen nur eine qualitative Übereinstimmung nachweisen, und auch diese nur unter Bedingungen, deren Richtigkeit bei weitem nicht als erwiesen zu betrachten ist.

Es musste demnach ein annehmbares experimentelles Kriterium dessen gesucht werden: 1. ob das Eiweiss tatsächlich auf dem Wege der Dissoziation ionisiert oder nicht, und 2. ob die neutralen Salze dadurch wirken, dass sie diese Dissoziation beeinflussen.

Wenn bei einer gewissen H-Ionenkonzentration, die z. B. auf der alkalischen

Seite des isoelektrischen Punktes liegt, die Eiweiss-Ionisation bei Gegenwart von Salzen grösser ist, als in salzfreiem Medium, dann ändert sich notwendigerweise, falls dieser Unterscied in der Ionisation auf die Dissoziation ionogener Radikale zurückzuführen ist, auch ihre Zahl. Und zwar *ändert sich entweder die absolute Zahl der überhaupt dissoziierenden Radikale,* oder die Zahl bleibt konstant, und es ändert sich nur *das Verhältnis der bereits dissoziierten Gruppen, zu denjenigen, die noch nicht dissoziiert sind.* In letzterem Falle ändert sich im Gegensatz zu dem ersteren die maximale Alkalibindungsfähigkeit des betreffenden Eiweisskörpers nicht, dies tritt aber bei einer dem isoelektrischen Punkte *näher* liegende H-Ionenkonzentration ein. Ceteris paribus erfolgt dasselbe auf der sauren Seite. Die uns interessierende Frage kann also mit Hilfe einer Methode gelöst werden, durch die alle *dissoziierten oder alle nicht dissoziierten Gruppen des Moleküls auf chemischem Wege bestimmt werden können.* Dazu kann jede Methode geeignet sein, die die Aminogruppen bestimmt. Die *Van-Slyke*'sche Methode kam nicht in Betracht, weil bei ihr weder die Salzkonzentration, noch die H-Ionenkonzentration geändert werden kann. Hingegen schien die *Sörensen*'sche Formoltitration geeignet zu sein, da sie auch in salzfreien Medien durchführbar ist. Natürlich musste die Methode so modifiziert werden, dass man sie bei verschiedener H-Ionenkonzentration verwenden könne. Diese Methode beruht bekanntlich darauf, dass die durch Hinzufügen von Lauge, hydrolisierten Aminogruppen in Gegenwart von Formaldehyd durch dessen Bindung, ihre basische Eigenschaft verlieren; dadurch wird eine äquivalente Menge von den die Aminogruppen ursprünglich neutralisierenden Säuren frei, die wieder die hinzugefügte Lauge neutralisiert. *Aus der Zahl der neutralisierten Laugenmoleküle kann man die Zahl der formaldehydbindenden Aminogruppen berechnen.* Die Zahl der neutralisierten Laugenmoleküle wird gewöhnlich unter Anwendung eines sehr schwachen Indikators ($p_H \backsim 10$) durch Titrieren bestimmt. Es ist aber auch möglich, die Menge der gebundenen Lauge auf Grund des Prinzips der elektrometrischen Titration zu bestimmen; hierdurch wird die Methode bei beliebiger H-Ionenkonzentration anwendbar. Das Wesen dieses Prinzips ist: durch Bestimmung der H-Ionenkonzentration wird die freie OH-Ionenkonzentration, bzw. deren Menge berechnet; substrahiert man diese von der Menge hinzugefügter Lauge, so gewinnt man die Menge der neutralisierten Lauge. Diese ist äquivalent der Summe der durch Formaldehyd gebundenen und hydrolisierten freien Aminogruppen. Letztere kann jedoch bei grossem Formaldehydüberschuss ausser Acht gelassen werden.

Vergleichen wir die Laugebindungsfähigkeit des Eiweiss bei verschiedener H-Ionkonzentration mit und ohne Formaldehyd, dann sehen wir, dass sie in unmittelbarer Nähe des isoelektrischen Punktes in beiden Fällen nahezu identisch ist (s. Abb.); dies bedeutet, dass hier die Laugebindung auf die Dissoziation der freien Säure-Radikale zurückzuführen ist. Es folgt daraus ferner, dass in dem untersuchten Eiweiss (kristallisiertes Eieralbumin) keine freie Aminogruppen ($— NH_2$) vorhanden sind, sondern nur ionisierte ($— NH_3^+$). Nach weiterem Hinzufügen von Lauge (Erhöhung des p_H) *binden die* Formaldehyd enthaltenden Lösungen *viel mehr Lauge*, als die formaldehydfreien. Neutralisieren wir die hydrolisierten Aminogruppen mit Formaldehyd, so tritt eine Verschiebung des Gleichgewichtes ein und dieser Teil der Aminogruppen, der bei diesem p_H überhaupt hydrolisierbar ist, bildet die Additionsverbin-

dung. Das Schema der Kettenreaktion ist, wenn wir das Eiweiss durch ein einwertiges Ampholyt ersetzen:

$$RNH_3^+ + OH^- \rightleftarrows RNH_2 + H_2O$$

$$RNH_2 + H_2CO \rightarrow RNH_4CO \text{ (oder } RNCH_2 + H_2O)$$

Und das Gleichgewichtskriterium:

$$\frac{(RNH_2)}{(RNH_3^+)} = K_1 \frac{Kv}{(H^+)} = \frac{K^I}{(H^+)}$$

$$\frac{(RNH_4CO)}{(RNH_2)} = K^{II}$$

$$\frac{(RNH_4CO)}{(RNH_3^+)} = \frac{K^I K^{II}}{(H^+)}$$

(Die Klammern bedeuten die Aktivitäten, die K-s die Gleichgewichtskonstanten.)

Wir sehen also, dass das Verhältnis der Amino-Aldehydkomplexe zu RNH_3^+ bei grossen H-Ionenkonzentration klein ist, das bedeutet, dass auf der saueren Seite keine Aldehydbindung stattfindet. Bei kleiner H^+-Ionenkonzentration ist dieses Verhältnis grösser, als das Verhältnis zwischen hydrolysierten und nicht hydrolysierten Aminogruppen, was gleichbedeutend damit ist, dass die Laugenbindungsfähigkeit in Gegenwart von Formaldehyd grösser ist als in dessen Abwesenheit. Wieviel grösser, das hängt von K^{II} ab. Die Verhältnisse sind beim Eiweiss natürlich verwickelter, da das Eiweiss ein mehrwertiges Ampholyt ist. Von den diesbezüglichen theoretischen Erörterungen sehen wir jedoch vorläufig ab; sie würden prinzipiell zu demselben Resultat führen, als die obigen.

Schon die Änderung der Formaldehydbindungsfähigkeit des Eiweiss mit der H-Ionenkonzentration spricht dafür, dass das Eiweiss seine Ladung durch Dissoziation der ionogenen Gruppen erhält. Die Reaktion von Aminogruppen mit Aldehyden gehören zu den wohlstudierten chemischen Vorgängen. Bekanntlich vollzieht sich diese Reaktion nur *zwischen freien Aminogruppen* und Aldehyd. Wenn sich also mit der Änderung der Ionisation *die Zahl der freien Aminogruppen nicht ändern würde, könnte sich auch ihre Formaldehydbindungsfähigkeit nicht ändern.* Dass in unmittelbarer Nähe des isoelektrischen Punktes das Formaldehyd nicht gebunden wird, d. h. dass durch Hinzufügen von Formaldehyd in der Nähe des isoelektrischen Punktes die Lösung nicht sauer wird, bedeutet, dass die Aminogruppen im Eiweiss, entweder der Vorstellung von *Pauli* entsprechend, in Form von inneren Salzen vorhanden sind, (— $COONH_3$ —), oder, was noch viel wahrscheinlicher ist, nach *Bjerrum*'s Annahme Zwitter-Ionen bilden (-$COORNH_3^+$).

Wenn sich nun in Gegenwart von Salz die Laugebindungsfähigkeit des Eiweiss ändert, dann muss, vorausgesetzt, dass der Grund dazu in der Dissoziation von saueren Radikalen, bzw. in der Hydrolyse der Aminogruppen liegt, auch die *Formal-*

dehydaddition grösser werden. Die Folge hiervon ist wiederum eine äquivalent gesteigerte Laugenneutralisation.

Unsere Versuche zeigen (siehe Abbildung und Tabelle), dass dies tatsächlich der Fall ist. *In Gegenwart von Neutralsalz vergrössert sich die Formaldehydbindungsfähigkeit bei einem gewissen p erheblich.* Bei $p^H{}_H \backsim 7{\cdot}5$ ist sie in Gegenwart von 0·2 KCl um cca 40% grösser, als in salzfreiem Medium. Das Maximum der Formaldehydbindung liegt ungefähr bei diesem Grad der Ionisation, bei dem auch die Neutralsalzwirkung auf die Laugebindung ihr Maximum erreicht.

Auf Grund des Bisherigen können wir feststellen, dass in Gegenwart von Neutralsalzen die Zahl der bei einem gewissen p_H hydrolisierenden Aminogruppen, bzw. dissoziierenden Säuregruppen tatsächlich grösser wird. Ob die absolute Zahl der Amino-, bzw. Säuregruppen grösser wird, konnten wir auf Grund unserer Versuche nicht entscheiden, da die maximale Laugebindung mit der angewendeten Methode sich nicht bestimmen liess. Zu bemerken ist, dass, sofern die Wirkung des Neutralsalzes auf die Änderung der Ionenaktivität zurückzuführen ist, dies — wie es schon *Linderström-Lang* und *Ellen-Lund* dargelegt haben — auch gar nicht zu erwarten ist. Es ist interessant, dass in Gegenwart von Formaldehyd die Wirkung des neutralen Salzes bei $p_H \backsim 10$ aufhört. Dies kann nicht unmittelbar mit der H-Ionenkonzentrationänderung zusammenhängen, weil die Wirkung des Neutralsalzes in formaldehydfreiem Medium, mit der von uns angewendeten Indikatormethode erst hier gut messbar war. Wahrscheinlich hängt sie aber mit dem Grad der Ionisation zusammen. Es ist möglich, dass bei dieser hochgradigen Ionisation im Eiweiss irreversible Vorgänge stattfinden, das Eiweiss zerfällt in Teile von kleinerem Molekulargewicht (deshalb wird die Laugebindungsfähigkeit grösser). Anscheinend beeinflusst das Vorhandensein von Salzen diesen Vorgang nicht. In Gegenwart von Formaldehyd war dies schon bei cca $p_H \backsim 10$ der Fall.

VERSUCHE.

Die Versuche führten wir mit zweimal umkristallisiertem und mittels Elektrodialyse nachgereinigtem Eieralbumin aus. Dieses stand fast ein Jahr lang unter sterilen Bedingungen im Kühlraum. Während dieser Zeit bildete sich ein wenig Niederschlag, den wir durch Filtrieren entfernten. Die Ionenkonzentration der Stammlösung war 4·90 (isoelektrischer Punkt des Hühnereialbumins, mit der Michaelisschen Indikatorenmethode gemessen), der Eiweissgehalt war 10·3% (gravimetrische Bestimmung).

Das käufliche Formaldehyd reinigten wir durch langsame Destillation. Die so gewonnene Lösung hielt sich im Dunkeln mehrere Tage lang, ohne dass dabei ihr Säuregehalt grösser geworden wäre. Der Formaldehydgehalt der Stammlösung betrug 19·8% (jodometrische Bestimmung). Für 10 cm^3 Stammlösung verbrauchten wir 0·47 cm^3 n/10 NaOH. Vor Gebrauch wurde sorgfältig neutralisiert.

Als Neutralsalz verwendeten wir Kaliumchlorid, das wir in Form von 1·1 normaler Lösung CO_2-frei aufbewahrten.

Als Lauge verwendeten wir n/10 NaOH carbonatfrei, bzw. bei Abmessung von kleineren Mengen ihre zehnfache Verdünnung.

Die H-Ionenkonzentration haben wir mit der Michaelis'schen Indikatorenmethode gemessen. Die vorliegenden Untersuchungen betrachteten wir als eine vorläufige Mitteilung über diese Frage und so begnügten wir uns mit der Genauigkeit dieser Methode. (Sie betrug ± 0·05 p_H) Die Vermehrung der hydrolisierten Aminogruppen liess sich jedoch auch mit dieser Methode sehr gut nachweisen. Die H-Ionenkonzentration, bei der das Eiweiss eine gewisse Ladung erhielt, war nämlich unter gewissen Bedingungen 0·55 $\times p_H$ kleiner bei Gegenwart von 0·2 n KCl,als in salzfreiem Medium.

Die Lösung bereiteten wir in Reagenzröhrchen mit geeichtem Querschnitt und zwar so, dass wir 1 cm^3 Eiweiss-, 1 cm^3 Salzlösung (statt dessen in den entsprechenden Röhrchen ausgekochtes destilliertes Wasser), 1 cm^3 Formaldehyd (oder statt dessen ausgekochtes destilliertes Wasser) mischten und dann die Lauge hinzufügten. Die Mischung füllten wir auf 5 cm^3 mit destilliertem ausgekochtem Wasser auf, und versahen sie mit 0·5 cm^3 des Indikators. Die Eiweisskonzentration war also 1·87% (was einer 5·35 $\times$ 10^{-4} molaren Lösung entspricht). Die Formaldehydkonzentration war 3·6%, also 1·2 molar, das Kaliumchlorid 0·2 normal. Wir stellten fest, dass es auf das Ergebnis ohne Einfluss war, in welcher Reihenfolge wir die einzelnen Reagentien mischten.

Die Konzentration der freien Lauge berechneten wir folgenderweise: Wir nahmen das Produkt der H- und OH-Ionenaktivitäten, also die Dissoziationskonstante des Wassers nach Clark,[6] zu $Kw = 10^{-14}$ an da wir durchschnittlich bei 22 C° arbeiteten. In den kaliumchloridhaltigen Lösungen rechneten wir nach *Lewis* und *Randall*[7] mit dem Aktivitätskoeffizient 0·749. Die Änderung der Dissoziationskonstanten des Wassers in salzhaltigen Lösungen zogen wir nicht in Betracht.

Der Verlauf der Berechnung war folgender:

$$\frac{Kv}{a_H} = a_{OH}\,; \quad \frac{a_{OH}}{f} = c_{OH}\,; \quad \frac{a_H}{f} = c_H\,; \quad -\log a_H = p_H$$

wo wir die Aktivitätskoeffizienten mit f, die Aktivitäten mit a, und die Konzentrationen mit c bezeichneten. Die Gebundene Lauge mit 18·2 multipliziert, ergab die verbrauchte Lauge in Mol/Liter; subtrahierten wir hievon c_{OH} so erhielten wir die gebundene Lauge. Die gebundene Lauge dividiert durch 18·7 ergab die durch 1 g Eiweiss gebundene Lauge.

Die Versuchsergebnisse haben wir in der Abbildung, bzw. Tabelle zusammengestellt.

ZUSAMMENFASSUNG.

Wir haben die Formaldehydbindungsfähigkeit der Eiweisskörper bei verschiedenen p_H untersucht und dabei gefunden, *dass sie entsprechend der Dissoziationstheorie der Ampholyte verläuft. Die Neutralsalzwirkung, die wir bei der Bestimmung der Säure-, bzw. Laugenbindungsfähigkeit der Eiweisskörper gefunden haben* und die auf die Abnahme der Ionenaktivität zurückgeführt werden kann, *finden wir auch bei der Bestimmung der Formaldehydbindungsfähigkeit des Eiweiss. Dadurch wurde bewiesen, dass Neutralsalze die Dissoziation, bzw. Hydrolyse der NH_2-Gruppen beeinflussen.*

Verfasser dankt auch bei dieser Gelegenheit Herrn Professor *F. Verzár* für die freundliche Unterstützung und Gastfreundschaft.

IRODALOM. — LITERATURVERZEICHNIS.

[1] *Wo. Pauli*, Kolloidchemie der Eiweisskörper. Th. Steinkopff, Dresden. (1920.)
[2] *E. Heymann*, Biochem. Zeitschr. (1928.)
[3] *L. Reiner*, Biochem. Zeitschr. *191.* 158. (1927.)
[4] *L. Reiner*, Kolloidzeitschrift. *40.* 328. (1926.)
[5] *Linderström-Lang* u. *Ellen Lund*, Comptes rendus des travaux du Lab. Carlsberg. *16.* No. 5. (1926.)
[6] *M. Clark*, The Determination of Hydrogen ions. William and Wilkins Co. Baltimore. (1923.)
[7] *Lewis and Randall*, Thermodynamics. Mc Graw-Hill. New-York. (1923.)

ADATOK A HAPTEN AKTIVÁLÁSÁNAK KÉRDÉSÉHEZ.

(Hidegvérű állatokon végzett kísérletek alapján.)

Irta: Dr. Reiner László
az Erzsébet-tudományegyetem magántanára (Pécs).

Legújabb időkig sokan kétségbevonták lipoidtermészetű igazi antigének (Vollantigén) létezését és egyesek szerint ez mindeddig nem tekinthető bizonyítottnak. Míg némely esetben sikerült lipoidtermészetű állati és növényi eredetű antigéneket előállítani *(Much,*[1] *Kurt Meyer*[2]*)*, addig ez számos más esetben nem vezetett eredményre. Így pl. száraz alkohollal való többszöri extrahálás után a heterophil antigén nem megy át teljesen alkoholba. Az alkoholban oldható résszel nem lehet immunizálni, viszont ki lehet mutatni azt, hogy az alkoholbon oldódott egy anyag, amely specifikusan reagál a heterogenetikus antianyagot tartalmazó immunsavóval. *(Sachs* és *Guth.*[3]*) Landsteiner* és *Simms*[4] *Kurt Meyer*[5] kísérleteiből kiindulva, ezt az alkoholban oldható részt összekeverték higított fajidegen fehérjével és azt találták, hogy ezáltal az alkoholban oldható rész visszanyerte antigén karakterét, most már nemcsak reagál, hanem immunizál is. Tekintve, hogy *Landsteiner*[6] és munkatársai kimutatták, hogy, ha kémiailag jól definiált anyagokat, mint pl. az amino-benzoesav, az arzanilsav stb. fajidegen fehérjéhez kapcsolva injiciálnak, — sőt *Landsteiner* és *Scheer*, *A. Klopstock*[8] újabb kísérletei szerint egyszerű adszorpció is elegendő — ezekkel az anyagokkal szemben specifikus antianyagokat lehet termelni, *Landsteiner* joggal gondolt arra, hogy itt egy általános jelenséggel áll szemben. Szerinte ezek a kísérletek azt jelentik, hogy minden antigén legalább két, vagy több részből áll: az egyik feladata az, hogy az antigénkaraktert biztosítsa, nélküle immunizáló anyag nem létezik; a második fajta részből ugyanabban az antigénben egy vagy több is lehet jelen, ezek az anyagok önmagukban nem antigének, de meghatározzák az antigén specifikus karakterét, amennyiben *ezek* reagálnak az antianyaggal. *Landsteiner* hapteneknek nevezi őket. *Heidelberger* és *Avery*,[9] *Zinsser* és *Parker*,[10] *Mueller* és *Tomcsik*[11] baktériumokból állítottak elő hapteneket, amelyekről a tüzetesebb kémiai vizsgálat kimutatta, hogy ezek cukorszármazékok. *Landsteiner* és *Levene*[12] vizsgálatai szerint a heterophil antigén is cukorszármazék és nem lipoid. Ezek a kísérletek egy immunbiológiai szempontból igen fontos új anyaggal ismertetnek meg bennünket. Nincs kizárva, hogy ezeknek a cukorszármazékoknak általános jelentősége van biológiai (nem mesterséges, kemospecifikus) antigének specificitásának meghatározásánál. Nem szól ez ellen a lehetőség ellen az a körülmény sem, hogy a fehérjék jó antigenek, mert nincs kizárva, hogy a fehérjék specifitása is visszavezethető a bennük többnyire kimutatható cukorszármazékra.

Eddigi ismereteink alapján tehát nincs kizárva, hogy az antigének immunbiológiai szempontból komplex összetételűek és hogy ez a komplexus — *Landsteiner* sze-

rint mozaikstruktúra — alapvető tulajdonsága azoknak az anyagoknak, amelyeket antigéneknek nevezünk. Ez ellen látszik szólni az a körülmény, hogy számos esetben sikerült az alkoholban oldható résszel (lipoiddal?) egyedül is immunizálni. Lehetséges azonban az is, hogy a használt preparátumok nem voltak eléggé tiszták és hogy bennük még volt jelen mind a két természetű anyagokból annyi, hogy antigénként viselkedhettek. *(Doerr* és *Hallauer*[13] kísérleteiből ismeretes, hogy a hapten aktiválásához igen kis mennyiségű fehérje is elégséges.) *Sachs*[14] és munkatársai a haptent aktiváló anyagoknak csak akcidentális szerepet tulajdonítanak. Szerintük a hapten maga is igazi antigén, ha azonban egyedül injiciáljuk, nem tud eljutni azokra a helyekre (lép, csontvelő, máj), amelyeken az antianyag képződik, hanem másutt kötődik meg a szervezetben. A hozzáadott fehérje, illetve más antigén eljuttatja a haptent olyan helyekre, ahol az antigén hatását kifejtheti. Ezért ők vivőanyagnak (Schlepper) nevezik a fajidegen fehérjét. Mivel az antigéntulajdonság csak kolloidoknál található, közelfekvő volna arra gondolnunk, hogy a fehérje hatása abban áll, hogy az antigén kolloidállapotát változtatja meg. Ez ellen szól azonban az, hogy csakis fajidegen fehérjék aktiválhatják a haptent; az aktiváló hatás tehát kétségtelenül az aktiválóanyag antigén természetével függ össze.

Ismeretes, hogy lipoidoknál (helytelenül alkohollal extrahálható anyagokat értjük szokás szerint ebben a relációban lipoidok alatt), kevésbbé jut kifejezésre a faji specifitás, mint fehérjéknél. Gyakran találunk philogenetikailag távol eső állatoknál is immunbiológiai szempontból rokon lipoidokat.[15] Erre példa a fentebb említett Forssmann-féle heterofil antigén. Számos más heterofil antigént is ismertek meg *Forssmann* felfedezése óta. Arra kellett tehát gondolni, hogy a fehérjéknek nagyobbfokú immunbiológiai differenciáltságára vezethető vissza az, hogy fokozni tudják a haptenek antigénhatását. Ha ez a feltevés helyes, akkor a fehérjék aktiváló hatásának kisebbnek kell lennie olyan állatoknál, amelyek philogenetikai szempontból távol állanak azoktól a szervezetektől, amelyek a haptent szolgáltatják. Ezért vizsgáltuk a jelen közlemény tárgyát képező kísérletekben a fehérjék aktiváló hatását emlős állatokból nyert lipoidokra hidegvérű állatok immunizálásával. Ezzel egyszersmind adatot akartunk szerezni arra vonatkozólag, hogy a hapten aktiválhatósága fehérjékkel vagy más antigénnel általános jelenség-e, vagy pedig a hapten és az immunizált állat immunbiológiai relációjától függ.

2. KISÉRLETI RÉSZ.

Mielőtt a tulajdonképeni kísérletek leírásába kezdenék, meg kell röviden emlékeznünk régebbi vizsgálataink eredményeiről, melyet *Sztrilich Lajos*sal heterophil haptennel *(Forssmann)* és lósavóval nyulakon végeztünk. Ezekből a kísérletekből *Doerr* és *Hallauer*,[16] *Heinsheimer*[17] kísérleteivel megegyezően az derült ki, hogy hapten és lósavó keverékéből, ha azokat *Landsteiner* és *Simms* előírása szerint használjuk, nem keletkezik új antigén. A velük nyert immunsavóban két egymástól teljesen független immunanyagot lehet kimutatni: az egyik lósavóval reagál (praecipitin), a másik, a heterogenetikus antianyag, pedig csak a haptennel. Ha a heterogenetikus antianyagot birkavörösvérsejtekkel való adszorpció útján eltávolítjuk a savó-

ból, annak lósavót praecipitáló képessége ugyanaz marad, mint az eredeti savóé volt. Kimutattuk azt is, hogy a fehérjék szerepe nem tekinthető egy ú. n. „nem specifikus aktiváló hatásnak". Ez ellen szól már az is, hogy a fehérjék csak akkor aktiválnak, ha hosszabb ideig állnak az antigénnel, egyidejűleg, de külön-külön injiciálva, hatástalanok. Vizsgálataink során nem sikerül más úton való nemspecifikus aktiválással, mint pl. manganchloriddal, vagy ultraibolyasugarakkal a fehérjékhez hasonló hatást elérni.

Kísérleteink egy részét Forssmann-féle heterophil haptennel végeztük, melyet kétszeri extrahálás útján nyertünk. Jól elaprított és eldörzsölt lóvesét súlya ötszörösének megfelelő alkohollal láttuk el, 8—10 órát rázógépben ráztuk, azután vízfürdőn felmelegítettük 60 C°-ra és melegen szűrtük. Az alkoholt vagy vacuumban, vagy a Faust—Heim-féle bepárlókészülékben beszárítottuk (maximális hőmérséklet 60 C°). A száraz maradékot az előbbi alkoholmennyiség felében melegen emulgeáltuk és az oldhatatlan résztől szűréssel elválasztottuk. Az így kapott alkoholos oldatból csak használat előtt pároltuk be vacuumban a szükséges mennyiséget; ezt az alábbiakban a nyers szerv súlyával, illetve annak fajsúlyát durván 1-nek véve, térfogatával fejeztük ki köbcentiméterben. 1 cm^3 emulsio tehát annyi lipoid, amennyi a fent leírt eljárással 1 g állati szervből kivonható. A lipoidot részint physiologiás konyhasóval, részint disznósavóval kevertük, két órát állni hagytuk és azután injiciáltuk.

A kísérleti állat többnyire béka volt. Előkísérletekben meggyőződtünk arról, hogy a béka szerveiből készített emulsio a heterogenetikus antianyagot tartalmazó nyúlimmunsavóból azt nem absorbeálja, tehát heterophil antigent nem tartalmaz. A béka tehát nem tartozik a tengerimalac-csoportba és így várható volt, hogy alkalmas kísérleti objectum lesz. *Schwarzmann*[18] kísérletei szerint téli békák birkavörösvérsejtekkel szemben nem képeznek immunanyagot. Gondolnunk kellett arra, hogy ez esetleg a birkavörösvérsejtek antigenjével rokon, heterophil antigenre is állhat. Ennélfogva először meggyőződtünk arról, hogy nyári békánál lehet haemolysint termelni birkavörösvérsejtekkel szemben. A békákat részint a hasi lymph-zsákba, részint a hasi venába oltottuk, 0·1 cm^3 tömény mosott birkavörösvérsejttel, még pedig 4—5 napi időközökben kétszer, illetve háromszor. 14 nappal az utolsó oltás után az állatokat elvéreztettük. Az elvéreztetés vagy a hasi venán, vagy az aortán keresztül történt. A nyert savót 41—45 C° között ½—1 órán át inaktiváltuk. A haemolytikus titert a szokásos módon határoztuk meg, azzal a különbséggel, hogy complementként 1 : 10-hez higított friss békasavót használtunk és hogy néhány kísérletnél a birkavörösvérsejtet nem 5, hanem 3%-osnak vettük és végül, hogy a reactiót 18 C°-os vízfürdőben hagytuk lefolyni.

I. táblázat.

Birkavörösvérsejttel kezelt békák haemolysintermelése.

Szám	Kezelés	Savóhigítás							Kontroll	
		1/5	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	1/320	Savó	Kompl.
22/1	3 inj. lymph.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	k. o.	k. o.	n. o.	n. o.
22/2	3 inj. lymph.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	k. o.	k. o.	n. o.	n. o.
22/3	3 inj. lymph.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	k. o.
22/4	3 inj. lymph.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	n. o.	n. o.
29/2	2 inj. lymph.	t. o.	k. o.	ny. o.	n. o.	n. o.	n. o.		n. o.	n. o.

t. o.=teljes oldás. m. t. o.=majdnem teljes oldás. k. o.=közepes oldás. ny. o.=nyomokban oldás n. o.=nem old.

Sok esetben nem tudtunk titert kapni, legalább nem is akkorát, hogy ez a normális békák haemolytikus képességét lényegesen felülmúlta volta. Ezekből a negatív kísérletekből azonban békáknál végzett immunizáló kísérleteknél messzemenő következtetést levonni nem lehet. A békák viselkedését immunizáló behatásokkal szemben általában bizonytalannak szokták mondani. Kísérleteink alapján úgy véljük, hogy ennek főoka a békaimmunanyag nagyfokú thermolabilitása. Azt láttuk, hogy néhány

percnyi felmelegítés 50 C° fölé az antianyagot teljesen tönkre teszi. Viszont 40 C° alatt meg a komplement nem megy elég rövid idő alatt tönkre. Ezek a sajátságok valóban megnehezítik a békaimmunsavóval való dolgozást, de nem tekinthetők legyőzhetetlen akadályoknak. Negatív kísérleteket nem szabad teljes mértékben értékelni, viszont a normálkontrolloknak számát szaporítani kell. Friss békasavónak van egy lassan beálló, de $^1/_{20}$ higításban is kifejezett haemolytikus hatása, ennek az a következménye, hogy nagyobb komplementkoncentráció alkalmazása esetén hosszabb állás után (20 óra) a már leülepedett vörösvérsejtek utólag feloldódnak. Tekintve, hogy ilyenkor a folyadék felső $^3/_4$ része víztiszta, a megítélés nem volna nehéz. Azonban tanácsos a végleges leolvasást már 5 óra mulva végezni, amikor az említett oldásnak még nyoma sincs. Az 1 és 5 órán belül végzett leolvasások rendesen megegyeztek.

Heterophil antigennel és heterophil antigen és disznósavó keverékével hasonló módon és hasonló időközökben oltottuk az állatokat, mint vörösvérsejtekkel. Heterophil haptenből 0·2 cm³-t injiciáltunk, a két rész hapten és egy rész disznósavóból álló keverékből pedig 0·3 cm³-t. Az állatok elvéreztetése, savók inaktiválása mint fent. Az így kezelt kb. 200 darab békából kb. egyharmad része került vizsgálatra, kétharmad része vagy előbb pusztult el, vagy más okból nem volt felhasználható (kevés vér, túl kis komplementdosis, amely a megfelelő kontrollokban sem mutatott oldást). A legtöbb béka savója külön került vizsgálat alá, néhány esetben azonban kevert vért használtunk. Erre azért volt szükség, mert az optimális viszonyok kitanulmányozására (komplementmennyiség, inaktiválási temperatúra stb.) ugyanabból a savóból több kellett, mint amennyit egy békából nyerni lehetett. A komplementet többnyire hidegvérű inaktivált haemolytikus savóval állítottuk be. Ha ilyen nem állt rendelkezésre, akkor Sztrilichhel végzett kísérleteink alapján melegvérű haemolysint használtunk. A használt komplement mennyisége $^1/_5$—$^1/_{20}$ higításból 0·25 cm³ volt, 1·25 cm³ összvolum esetén. Voltak olyan kísérletek, ahol a komplementet nem titráltuk és 1 : 10 higításban használtuk, ilyenkor gyakran előfordult, hogy a komplement kevésnek bizonyult, úgyhogy az ismert titerű haemolysin mellett sem oldott, vagy sok volt és a komplementkontroll is mutatott oldást. Minden kísérletsorozatnál beállítottunk néhány nemkezelt békából származó inaktivált savót is. Ezeknek a haemolytikus titerében is találtunk ingadozást, ami szintén megnehezítette az egyes kísérletek értékelését.

A felmerült nehézségek miatt és téves következtetések elkerülése végett nem az egyes kísérletekből akarjuk következtetéseinket levonni, hanem kísérleteink összességéből. Erről jó áttekintést nyujt az alábbi ábra, amelyben az van feltüntetve, hogy milyen az egyes titereknek százalékos eloszlása normál, heterophil haptennel és heterophil hapten és disznósavó keverékével kezelt békáknál. Voltak normálbékák, amelyek magasabb titert mutattak, mint a kezelt békák nagy része, de *az utóbbiak általában jóval erősebb haemolytikus hatást fejtettek ki* és maximálisan négyszer olyan magas titert eredményeztek, mint a normálbékák. A haptennel egyedül és a hapten és disznósavó keverékével kezelt békák titerében is van különbség az utóbbiak javára, de ez a különbség nem mondható lényegesnek. Megállapíthatjuk tehát, hogy sikerült békáknál haemolysint termelni úgy a *heterophil haptennel egyedül, mint ennek és disznósavónak keverékével; a disznósavóval nem lehetett a heterophil hapten antigén karakterét lényegesen fokozni.* Úgy látszik, hogy a hapten nem annyira hiányos, mint inkább némely esetben különösen gyengének mutatkozó antigén. (Ez különben *Landsteiner* kísérleteiből is következik.) Bizonyos állatoknál bizonyos antigének (pl. heterophil hapten nyúlnál), valamely eddig ismeretlen okból nem tudják kifejteni szokásos antigén hatásukat. Szokásost kell mondanunk azért, mert nincs kizárva, hogy bizonyos antigéntulajdonságokat (pl. a citotoxikusokat) a hapte-

nek is kifejtenek anélkül, hogy humorális antianyag keletkezésére kerülne a sor. Ez azért fontos, mert az ú. n. kemospecifikus haptenekkel szemben túlérzékenységre emlékeztető jelenségek gyakran észleltettek.

Fenti kísérleteinknek azonban lehetnek bizonyos hibaforrásai és végleges következtetések levonása előtt előbb ezeknek a kiküszöböléséről kell beszámolnunk.

Lehetséges, hogy a disznósavó azért nem alkalmas békánál hapten aktiválására, mert a béka nem termel praecipitint fehérjékkel szemben. Ebből azonban az következik, hogy a disznósavó ezekben az esetekben nem antigén. Többeknek sikerült békánál vérsavóval typikus anaphylaxiás shockot előidézni. Ezt két esetben mi magunk is észleltük. Minden kétség kizárása végett azonban szükségesnek láttuk a haptent egy olyan antigénnel együtt injiciálni, amely humorális antianyagot is termel. Erre a célra colibacillust használtunk. Amint a II. táblázatból látható, az immunizált béka savója, bár elég erős agglutinációs titert mutat colival szemben, a birkavörösvérsejteket nem haemolizálja.

II. táblázat.

Haemolysis és agglutinatio b.-coli-val és heterophil haptennel immunizált békáknál.

Szám	Kezelés	Savóhigítás							Kontroll	
		1/5	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	1/320	Savó	Kompl.
37/1	1 inj. lymph.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.
37/1	(aggl.)	+++	++	++	±	—	—			
37/3	1 inj. lymph.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.				n. o.	n. o.
37/3	(aggl.)	++	+	+	±	—	—			
37/4	1 inj. lymph.	t. o.	k. o.	n. o.	n. o.				n. o.	n. o.

A lymphzsákba való injiciálás módszere is kifogásolható a jelen esetben. Ugyanis a disznósavó hatása általános tapasztalat szerint nem igen jut érvényre melegvérű állatoknál sem, ha subkután végezzük az oltást. A lymphzsákba való injekció pedig inkább az utóbbinak felel meg. Egy sorozat békát tehát a szokott időközökben háromszor oltottunk a hasi vénába. Részint heterophil haptennel, részint ennek és disznósavónak keverékével. Mint alábbi táblázatból látható, mely egy részét tartalmazza kísérleteinknek, az eredmény nagyjából ugyanaz, mint amit a lymphzsákba oltott békáknál találtunk: kisfokú haemolysin-termelés, mely azonban nagyjából egyenlő erős a disznósavóval és az anélkül oltott békáknál.

III. táblázat.

Haemolysis intravénás oltások után.

Szám	Kezelés.	Savóhigítás						Kontroll	
		1/5	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	Savó	Kompl.
T. F. 4	heterophil hapten	t. o.	t. o.	t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.
T. F. 5	heterophil hapten	t. o.	t. o.	t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o
T. F. D. 4	hapten + disznósavó	t. o.	t. o.	t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.
T. F. D. 5	hapten + disznósavó	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	m. t. o.	n. o.	n. o.	n. o.
T. F. D. 6	hapten + disznósavó	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.
T. F. D. 7	hapten + disznósavó	t. o.	t. o.	t. o.	t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.
$T. N_1$	—	t. o.	m. t. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.
$T. N_2$	—	t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.
$T. N_3$	—	t. o.	k. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n o.	n. o.	n. o.

Ahhoz, hogy kísérleteinkből általános következtetéseket vonhassunk le, meg kellett még vizsgálnunk egyrészt azt, hogy más hidegvérű állat hogyan reagál heterophil hapten és heterophil hapten és disznósavó keverékével való immunizálásra, másrészt vizsgálni kellett a békának a viselkedését akkor, ha más haptennel immunizáljuk.

Heterophil haptennel békán kívül még *teknősbékákat* is immunizáltunk. Az injekciókat négy esetben intrakardiálisan és két esetben intravénásan adtuk. Az injiciálás úgy történt, hogy a felülről számított második baloldali segmentum mediális részén trepánnal megfúrtuk a teknősbéka mellső teknőjét. A szívet kipreparáltuk és 1 cm^3 heterophil haptent, illetve a hapten és disznósavó keverékéből 1·5 cm^3-t fecskendeztünk bele. A sebet steril vattával tamponáltuk és a trepánnal fúrt lyukat paraffinnal kiöntöttük. Ezt a kezelést kétszer megismételtük és az utolsó injekció után 14 nappal ugyancsak a szívből vért vettünk. Ez alatt az idő alatt a teknősbékákat szárazon tartottuk és éheztettük. Ezt az állapotot és kezelést a békák kettő kivételével két hónapnál tovább kibírták. A teknősbékasavókat részint hasonló módon inaktiváltuk, mint a békasavókat, részint aktívan is vizsgáltuk. Komplementként friss békasavót használtunk 1 : 10 higításban. Amint az alábbi táblázatból látható, teknősbékákat nem sikerült sem haptennel egyedül, sem disznósavó és hapten keverékével immunizálni. Az eredmény tehát lényegében itt is megegyezik azzal, amit a békáknál találtunk.

IV. táblázat.

Teknősbékák haemolysintermelése intracardiális oltások után.*

Szám	Kezelés	Savóhigítások						Kontroll	
		$^1/_2$	$^1/_4$	$^1/_8$	$^1/_{16}$	$^1/_{32}$	$^1/_{64}$	Savó	Kompl.
1.	het. hapten	ny. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	ny. o.
2.	het. hapten	ny. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	ny. o.
3.	het. hapten+disznósavó	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.
4.	het. hapten+disznósavó	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.

* Aktiv savóknál a haemolytikus hatás valamivel erősebb, de nem nagyobb, mint a két vizsgált normalteknősbékánál.

Schwarzmann szerint békáknál igen jól lehet macskavér ellen haemolysint termelni. Ezért választottuk második haptennek macskavörösvérsejtek alkoholos kivonatát, amelyet ugyanúgy készítettünk, mint a heterophil haptent. Ezzel ugyanúgy kezeltünk békákat, mint ahogy azt fent a heterophil haptenre vonatkozólag leírtuk. A különbség csak az volt, hogy itt a lipoidemulziót 4 : 1 arányban kevertük disznósavóval. Az eredmény, amint a következő táblázatból látjuk, ennél a kísérletsorozatnál is minden tekintetben megegyezett az eddig leírt kísérletekkel: kevés könnyen inaktiválható immunanyag, amely kb. egyenlő mennyiségben található a disznósavóval és haptennel és a csak haptennel kezelt állatoknál.

V. táblázat.

Macskavérsejt lipoidjával kezelt békák savójának haemolysintartalma.

Szám	Kezelés	Savó higítás						Kontroll	
		1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	Savó	Kompl.
M_1	hapten	k. o.	ny. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	ny. o.	n. o.
M_2	hapten	m. t. o.	ny. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	ny. o.	n. o.
M_3	hapten	m. t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	k. o.	n. o.
M_4	hapten	m. t. o.	m. t. o.	k. o.	ny. o.	n. o.	n. o.	k. o.	n. o.
M D_1	hapten+disznósavó	m. t. o.	m. t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.	k. o.	n. o.
M D_2	hapten+disznósavó	m. t. o.	k. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	k. o.	n. o.
M D_3	hapten+disznósavó	k. o.	ny. o.	n. o.	n. o.	n. o.	n. o.	k. o.	n. o.
M D_4	hapten+disznósavó	k. o.	ny. o.	ny. o.	n. o.	n. o.	n. o.	k. o.	n. o.

3. A KISÉRLETI EREDMÉNYEK ÁTTEKINTÉSE.

A bevezetésben kifejtettük, hogy az a körülmény, hogy lipoidok, cukorszármazékok és az ú. n. kemospecifikus antigén ismert összetételű alkotórésze, csak fehérjékhez, vagy más antigénekhez kötve termel antianyagot, *Landsteiner* szerint arra vezethető vissza, hogy az említett anyagok nem tökéletes antigének, hiányzik belőlük az az anyag, amely az antigéneknek legjellemzőbb tulajdonságát, az immunanyagtermelésre való serkentést biztosítja. A közöltek szerint azonban ennek a felfogásnak kísérleti alapjai melegvérű hapten használata esetén csak melegvérű állatokra vonatkozólag vannak meg. Ugyanis sikerült kimutatni, hogy hidegvérű állatoknál a haptennek nevezett anyagok, ha nem is erős, de *kifejezett antigénhatást fejtenek ki és hogy ezt a hatást más antigénnel tetemesen fokozni nem lehetett.* Ezek szerint a kísérletek szerint az a feltevés, hogy minden antigén haptent és egy az antigén-karaktert biztosító maradékot tartalmaz, nem szükségszerű. Azokkal a kísérletekkel szemben, amelyeket eddig a hapten-elmélet általános érvénye ellen felhoztak, felmerülhetett az az *egyelőre ki nem zárható ellenvetés*, hogy azok az anyagok, amelyekkel az illető szerzők dolgoztak, haptenen kívül még az antigén-természetű maradékot is tartalmazták.* A vázolt kísérletekkel szemben ez az ellenvetés nem hozható fel. Itt ugyanis *ugyanazt a preparátumot használtuk békák immunizálására, mint amellyel régebbi kísérleteinkben nyulakat oltottunk.* Míg az első esetben az antigén-hatás disznósavó jelenlétében és anélkül nem mutatott különbséget, addig nyulaknál megegyezően *Landsteiner* és mások tapasztalatával, csak a heterogenetikus haptennel egyedül semmiféle immunizáló hatást kimutatni nem tudtunk, míg disznósavóval keverve, ez a hatás tetemes volt. Helytelen volna azonban akár saját, akár mások kísérleteit úgy beállítani próbálni, mint hogyha az a *Landsteiner*-féle elképzelés ellen szólna. Még csak általános érvénye sem vonható kétségbe ezeknek a kísérleteknek alapján. A kemospecifikus antigénekkel végzett kísérletek (*Landsteiner* és munkatársai, *Klopstock* és munkatársai) valószínűvé teszik, hogy egy teljes antigénnek az a része, amely reagál és az a része,

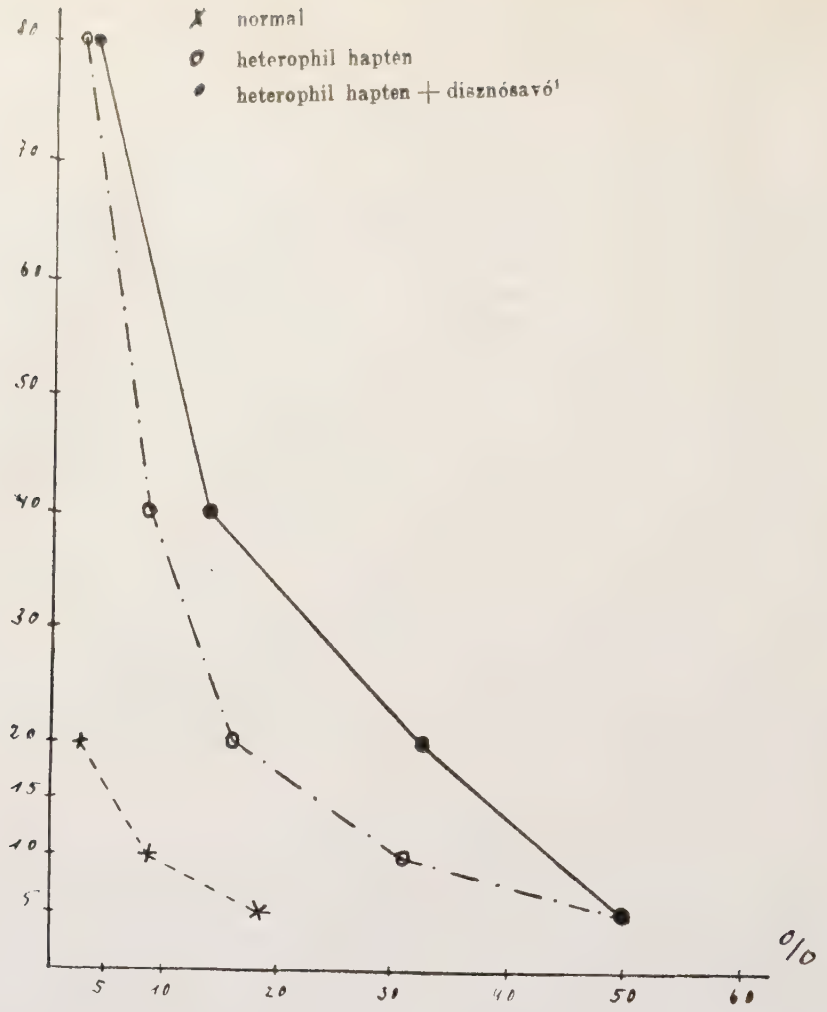
* Jellemző, hogy két körülbelül egyidőben megjelenő dolgozat közül, az egyik szerint (*Sachs* és *Klopstock*) a szalagférgek lipoidjaival egyedül nem lehet immunizálni, míg a másik szerint (*Kurt Meyer* l. c.) lehet.

amely az antigén-karaktert biztosítja, nem azonos. Lehetséges, hogy a fenti kísérletek úgy értelmezendők, hogy a lipoidoknak is van egy olyan része, amely bizonyos állatoknál bizonyos fokig biztosítani tudja az antigén-karaktert. *Kétségtelen, hogy az, hogy egy anyag haptenként, vagy teljes antigénként viselkedik-e, nemcsak az antigéntől függ, hanem attól is, hogy milyen állattal szemben vizsgáljuk* és hogy az állatot hogyan kezeljük. Antigén-karakterről — és ez már részben a fogalomban is rejlik — csakis egy bizonyos állattal való relációban beszélhetünk. Ez az elv nem alakulhatott ki addig, amíg az antigéneket főleg melegvérű állatokon vizsgálták (ezek közül is csak néhány egymáshoz közelálló jött szóba) és amíg a használt antigének nem különböztek egymástól lényegesen. Pedig ez az elv termékenynek bizonyulhat akkor, amikor azokat a sajátságos különbségeket próbáljuk magyarázni, amelyeket némely fertőző betegséggel szembeni fogékonyságnál, vagy a veleszületett immunitásnál egyénenként és fajonként szoktunk találni. A lipoid-antigénekkel szemben a fogékonyság valószínűleg *nemcsak fajonként, hanem egyénenként is mutatott különbségeket.* (L. vércsoportok.) Ebből azonban az is következik, hogy *a lipoidokkal való immunizálhatóság is mutathat egyéni különbségeket,* ami kétségtelenül oka lehet fogékonyságbeli különbségeknek. További kísérletek lesznek hivatva eldönteni azt, hogy a gyakorlatban előforduló esetek támogatják-e ezt a feltevést.

ÖSSZEFOGLALÁS.

Hidegvérű állatok (béka, teknősbéka) melegvérű állatok szerveiből nyert lipoidokkal egyedül épp úgy (illetve épp oly kevéssé) immunizálhatók, mint lipoidok és disznósavó keverékével. Olyan anyagok, amelyek melegvérű állatoknál hapténként szerepelnek, hidegvérű állatoknál, bár igen gyenge, de többnyire kifejezett antigén-hatást fejtenek ki. *Azt, hogy egy anyag igazi antigén, vagy hapten, csak egy bizonyos állatfajra, esetleg egyénre vonatkozóan lehet megállapítani.*

Verzár professzor úrnak ezúton is köszönöm szíves vendéglátását és támogatását.



ZUR FRAGE DER HAPTEN-AKTIVIERUNG.

(Auf Grund von Versuchen an Kaltblütern.)

Von Privatdozent Dr. L. Reiner — Pécs.

Noch in allerletzter Zeit war es für Viele zweifelhaft, ob das Lipoid ein Vollantigen ist, und nach der Meinung mancher ist dies noch heute nicht als erwiesen zu betrachten. Während es in einigen Fällen gelang, aus Tieren und Pflanzen lipoidartige Antigene herzustellen (*Much*,[1] *Kurt Meyer*[2]), führte dies in zahlreichen anderen Fällen zu keinem Ergebniss. So geht z. B. das heterophile Antigen nach mehrmaliger Extraktion mit Alkohol nicht vollständig in Alkohol über. Mit dem in Alkohol löslichen Teil lässt sich nicht immunisieren, hingegen kann man nachweisen, dass sich im Alkohol ein Stoff gelöst hat, der mit dem heterogenetischen Antiserum spezifisch reagiert (*Sachs* und *Guth*[3]). Von den Versuchen von *Kurt Meyer*[4] ausgehend, vermischten *Landsteiner* und *Simms*[5] den in Alkohol löslichen Anteil mit verdünntem, artfremdem Eiweiss und fanden, dass er dadurch seinen antigenen Charakter zurückgewann, jetzt nicht nur reagierte, sondern auch immunisierte. *Landsteiner* und Mitarbeiter[6] haben bewiesen, dass man mit chemisch wohl definierten Stoffen, wie z. B. Aminobenzoesäure, Arsanilsäure etc., wenn sie an artfremdes Serum-Eiweiss gekoppelt injiziert werden,

[1] Heterophiles Hapten mit Schweineserum.

spezifische Antikörper erzeugen kann; nach den neueren Versuchen von *Landsteiner* und *van der Scheer*,[7] *Klopstock*[8] genügt sogar einfache Mischung. So kam *Landsteiner* auf den Gedanken, dass er hier einer allgemeinen Erscheinung gegenübersteht. Seiner Auffassung nach bedeuten jene Versuche, dass jedes Antigen aus zwei Teilen besteht: der eine ist Träger des antigenen Charakters, ohne ihn kommt keine Immunisierung zustande, der zweite Teil kann aus einer oder mehreren Komponenten bestehen, diese sind an und für sich keine Antigene, sie bestimmen jedoch den spezifischen Charakter des Antigens, da sie es sind, die mit dem Antikörper reagieren. *Landsteiner* nennt sie *Haptene*. *Heidelberger* und *Avery*,[9] *Zinsser* und *Parker*,[10] *Müller* und *Tomcsik*[11] stellten aus Bakterien Haptene her, von denen die nähere chemische Untersuchung zeigte, dass sie Zuckerderivate sind. Nach den Untersuchungen von *Landsteiner* und *Levene*[12] ist auch das heterophile Antigen ein Zuckerderivat und kein Lipoid. Diese Versuche machen uns möglicherweise mit einem, von immunbiologischem Standpunkt sehr wichtigen neuen Stoff bekannt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Zuckerderivate für die Bestimmung der Spezifizität biologischer (nicht künstlicher, chemospezifischer) Antigene von allgemeiner Bedeutung sind. Auch der Umstand, dass Eiweisskörper gute Antigene sind, spricht nicht gegen diese Möglichkeit, denn es ist nicht ausgeschlossen, dass auch die Spezifizität der Eiweisskörper zum Teil auf die in ihnen meistens auch nachweisbaren Zuckerderivate zurückzuführen ist.

Auf Grund unserer bisherigen Kenntnisse ist es also wahrscheinlich, dass die Antigene komplexer Struktur sind, und dass diese komplexe Struktur (nach *Landsteiner* Mozaik-Struktur) eine grundlegende Eigenschaft jener Stoffe ist, die wir Antigene nennen. Gegen diese Auffassung scheint aber der Umstand zu sprechen, dass es in zahlreichen Fällen gelungen ist, mit dem in Alkohol löslichen Teil (Lipoid?) allein zu immunisieren. Es ist aber auch möglich, dass die verwendeten Präparate nicht genügend gereinigt waren und dass in ihnen von beiden Stoffen noch soviel vorhanden war, dass dies zur Ausübung der Antigenfunktion hinreichte. (Aus den Versuchen von *Doerr* und *Hallauer*[13] ist bekannt, dass zur Aktivierung von Haptenen schon eine sehr geringe Menge Eiweiss genügt.) *Sachs*[14] und Mitarbeiter sprechen jenen Stoffen, die das Hapten zu aktivieren vermögen, nur eine untergeordnete Rolle zu. Nach ihrer Auffassung ist das Hapten selbst ein echtes Antigen, wenn wir es jedoch allein injizieren, kann es nicht an jene Stellen (Milz, Knochenmark, Leber) gelangen, an welchen die Antikörperbildung stattfindet, sondern es wird im Organismus anderswo gebunden. Das hinzugefügte Eiweiss, bzw. das andere Antigen fördert das Hapten an jene Stellen, an welchen es seine antigene Wirkung ausüben kann. Darum nennen sie das artfremde Eiweiss „Schlepper"-Substanz. Da die antigene Eigenschaft nur bei Kolloiden zu finden ist, liegt der Gedanke nahe, die Rolle des Eiweiss in seiner Wirkung auf den kolloiden Zustand des Antigens zu suchen. Dagegen spricht jedoch die Tatsache, dass nur das artfremde Eiweiss das Hapten aktivieren kann; die aktivierende Wirkung hängt also zweifellos mit der antigenen Natur des aktivierenden Körpers zusammen.

Bekanntlich kommt die Artspezifizität bei den Lipoiden (schlechtwegs verstehen wir unter Lipoiden mit Alkohol extrahierbare Stoffe) weniger zum Ausdruck als beim Eiweiss. Häufig findet man bei phylogenetisch entfernt stehenden Tieren in immunbiologischer Hinsicht verwandte Lipoide.[15] Ein Beispiel dafür ist das oben erwähnte

heterophile Antigen von *Forssmann*. Seit *Forssmanns* Entdeckung sind zahlreiche andere heterophile Antigene gefunden worden. Man konnte auf Grund dieser Untersuchungen vermuten, dass die Tätigkeit der Eiweisskörper die antigene Wirkung der Haptene zu steigern auf die hochgradige immunbiologische Differenziertheit derselben zurückzuführen ist. Ist diese Annahme richtig, so muss die aktivierende Wirkung der Eiweisskörper bei jenen Tieren, die in phylogenetischer Hinsicht von den das Hapten liefernden Arten fernstehen, klein sein, oder überhaupt verschwinden. Deshalb haben wir in den vorliegenden Versuchen die aktivierende Wirkung des Eiweisskörpers auf Warmblüter-Lipoide bei Immunisierung von Kaltblütern untersucht. Damit wollten wir gleichzeitig auch die Frage untersuchen, ob die Aktivierung des Haptens mit Eiweiss oder anderen Antigenen eine allgemeine Erscheinung ist, oder ob sie von der immunbiologischen Beziehung zwischen Hapten und immunisiertem Tier abhängt.

VERSUCHE.

Bevor wir zu der Beschreibung der eigentlichen Versuche schreiten, müssen wir kurz die Ergebnisse früherer Versuche erwähnen; diese hat Verf. mit *L. Sztrilich* mit heterophilem Hapten (Forssmann) und Schweineserum, an Kaninchen angestellt. Aus diesen Versuchen ging übereinstimmend mit den Versuchen von *Doerr* und *Hallauer*,[16] *Heinsheimer*[17] hervor, dass durch die Mischung von Hapten und Schweineserum, nach der Vorschrift von *Landsteiner* und *Simms* kein neues Antigen entsteht. In dem, durch diese Mischung gewonnenen Immunserum lassen sich zwei, voneinander völlig unabhängige Immunkörper nachweisen: der eine reagiert mit Schweineserum (Präzipitin), der andere, der heterogene Antikörper, jedoch nur mit dem Hapten. Entfernen wir den heterogenetischen Antikörper mittels Adsorption mit roten Hammelblutkörperchen aus dem Serum, so bleibt seine schweineserumpräzipitierende Fähigkeit völlig erhalten. Wir haben ferner gezeigt, dass die Rolle der Eiweisskörper nicht als eine sog. „nicht spezifische aktivierende Wirkung" zu betrachten ist. Dagegen spricht schon der Umstand, dass die Eiweisskörper nur dann aktivierend wirken, wenn sie längere Zeit mit dem Antigen zusammenstehen. Gleichzeitig, jedoch getrennt injiziert, sind sie wirkungslos. Dies wurde schon von *Landsteiner* festgestellt. Im Laufe unserer Versuche gelang es nicht, durch andere, der nichtspezifischen Aktivierung analoge Einwirkungen, wie z. B. Manganchlorid, oder ultraviolette Bestrahlung, eine den Eiweisskörpern ähnliche Wirkung zu erreichen.

Einen Teil unserer Versuche führten wir mit dem Forssmann'schen heterophilen Hapten aus, welches wir durch wiederholtes Extrahieren gewonnen hatten. Zu gut zerstückelter und zerriebener Pferdeniere fügten wir die fünffache Menge Alkohol zu, liessen sie 8—10 Stunden lang im Schüttelapparat schütteln, dann erhitzten wir sie im Wasserbad auf 60 C° und filtrierten warm. Den Extrakt trockneten wir entweder im Vacuum oder im Faust—Heim'schen Apparat (maximale Temperatur 60 C°) ein. Den trockenen Rest haben wir in halbsoviel Alkohol wie vorher, wieder aufgenommen und vom unlöslichen Teil durch Filtrieren befreit. Von der auf diese Weise gewonnenen alkoholischen Lösung bereiteten wir erst vor dem Gebrauch die nötige Menge Lipoidemulsion, indem wir den Alkohol im Vacuum verdampften und den Rest in physiologischer Kochsalzlösung bzw. Schweineserum aufnahmen. Als Mass des verwendeten Lipoids dient im Folgenden das Gewicht des rohen Organs, bzw. sein Volumen. (Das spezifische Gewicht wurde schlechthin gleich 1 gesetzt.) 1 cm^3 Emulsion entspricht also der Lipoidmenge, die durch den beschriebenen Vorgang aus 1 g tierischem Organ extrahierbar ist. Das Lipoid vermischten wir teils mit physiologischer Kochsalzlösung, teils mit Schweineserum, liessen es 2 Stunden lang stehen und injizierten es dann. Als

Versuchstiere dienten uns meistens Frösche. Unsere Vorversuche zeigten, dass die aus Froschorganen bereitete Emulsion aus einem den heterogenen Antikörper enthaltenden Kaninchenimmunserum den Antikörper nicht adsorbierte, also kein heterophiles Antigen enthielt. Frösche gehören demnach nicht in die Meerschweinchengruppe und so war es zu erwarten, dass sie geeignete Versuchsobjekte abgeben würden. — Nach *Schwarzmann's*[18] Versuchen bilden Winterfrösche Hammelblutkörperchen gegenüber keine Immunkörper. Der Gedanke lag nahe, dass dasselbe auch für das, mit dem Hammelblutkörperchen-Antigen verwandte, heterophile Antigen gelten müsste. Demzufolge überzeugten wir uns vorerst davon, dass man bei Sommerfröschen Hammelblutkörperchen gegenüber Hämolysin erzeugen kann. Wir impften die Frösche teils in den Bauchlymphsack, teils in den Bauchvenen, und zwar 2-mal, bzw. 3-mal in Abständen von 4—5 Tagen, mit 0·1 cm³ konzentrierten, gewaschenen Hammelblutkörperchen. Vierzehn Tage nach der letzten Impfung liessen wir die Tiere verbluten. Die Verblutung erfolgte entweder durch die Bauchvene, oder durch die Aorta. Das gewonnene Serum inaktivierten wir ½—1 Stunde lang bei 41—45 C°. Den hämolytischen Titer bestimmten wir auf die übliche Weise mit dem Unterschied, dass wir als Komplement 1 : 10 verdünntes frisches Froschserum verwendeten und dass wir bei einigen Versuchen von den Hammelblutkörperchen nicht 5%-ige sondern 3%-ige Suspension nahmen, und dass wir schliesslich die Reaktion im Wasserbade bei 18 C° verlaufen liessen.

Tabelle I.

Hämolysinbildung nach Behandlung der Frösche mit Hammelblutkörperchen.

No.	Behandlung	Serumverdünnung							Kontrollen	
		1/5	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	2/320	Serum	Kompl.
22/1	3 Lymphsack Injektionen	co.	co.	co.	co.	co.	m.	m.	n.	n.
22/2	3 Lymphsack Injektionen	co.	co.	co.	co.	co.	m.	m.	n.	n.
22/3	3 Lymphsack Injektionen	co.	co.	co	co.	co.	co.	co.	co.	m.
22/4	3 Lymphsack Injektionen	co.	co.	co.	co.	co.	co.	co.	n.	n.
20/2	2 Lymphsack Injektionen	co.	m.	sp.	n.	n.	n.		n.	n.

In vielen Fällen konnten wir kein Hämolysin nachweisen, wenigstens nicht wesentlich mehr, als bei normalen Fröschen. Aus diesen negativen Versuchen können jedoch bezüglich der mit Fröschen ausgeführten Immunisierungsversuche keine weitgehenden Folgerungen abgeleitet werden. Das Verhalten der Frösche wird meistens immunisierenden Einwirkungen gegenüber als unsicher bezeichnet. Auf Grund unserer Versuche nehmen wir an, dass der Hauptgrund dafür in der hochgradigen Labilität des Froschimmunkörpers liegt. Wir sahen, dass ein Erhitzen von wenigen Minuten über 50 C° den Antikörper vollständig zerstört. Unter 40 C° jedoch wird das Komplement nicht schnell genug vernichtet. Diese Eigenschaften erschweren tatsächlich die Arbeit mit Froschimmunsera, können aber nicht als unüberwindliche Schwierigkeiten gelten. Negative Versuche dürfen nicht in vollem Masse gewertet werden, die Zahl der Normalkontrollen muss jedoch vermehrt werden. Frische Froschsera üben eine verzögerte, doch in einer Verdünnung von 1 : 20 noch ausgesprochene, hämolytische Wirkung aus. Daraus folgt, dass bei Verwendung von grösseren Komplementdosen nach langem Stehen (20 Stunden) die schon abgesetzten Blutkörperchen sich lösen. Da der obere Teil der Flüssigkeit wasserklar bleibt, ist die Beurteilung nicht schwer. Es ist jedoch zu empfehlen, die endgültige Ablesung schon nach 5 Stunden vorzunehmen, wenn von der erwähnten Lösung noch keine Spur zu bemerken ist. Die Ablesungen innerhalb 1 und 5 Stunden stimmten meistens überein.

Wir impften Frösche mit heterophilem Antigen und mit der Mischung von heterophilem Antigen und Schweineserum auf ähnliche Weise und in ähnlichen Zeitabständen, wie mit Blutkörperchen. Wir injizierten 0·2 cm³ von dem heterophilen Hapten und 0·3 cm³ von der Mischung die aus 2 Teilen Hapten und einem Teil Schweineserum bestand. Verbluten der Tiere und Inaktivierung der Sera wie oben. Von

den cca 200 so behandelten Fröschen gelangte ungefähr ein Drittel zur Untersuchung, zwei Drittel gingen entweder vorher ein oder waren aus anderen Gründen nicht zu gebrauchen (zu wenig Blut, zu kleine Komplementdosis, dann solche Tiere, die auch bei den entsprechenden Hämolysin-Kontrollen keine Lösung zeigte usw.). Das Serum der meisten Frösche gelangte einzeln zur Untersuchung, nur in einigen Fällen verwendeten wir gemischtes Serum. Dazu waren wir gezwungen, weil zur Erforschung der optimalen Verhältnisse (Komplementmenge, Inaktivierungstemperatur usw.) von ein und demselben Serum mehr nötig war, als man aus einem Frosche gewinnen konnte. Der Komplementtiter wurde meistens mit kaltblütigem, inaktiviertem hämolytischem Serum bestimmt. Stand solches nicht zur Verfügung, so benutzten wir auf Grund unserer mit *Sztrilich* ausgeführten Versuche Warmblüter-Hämolysin. Die Menge der verwendeten Komplements betrug 0·25 cm^3 in 1 : 5—1 : 20 Verdünnung; wenn das Gesamtvolumen 1·25 cm^3 war. Bei einigen Versuchen titrierten wir das Komplement nicht, sondern benutzten es in einer Verdünnung von 1 : 10; dann hat sich die Menge des Komplements oft als zu gering erwiesen, so dass es auch mit dem Hämolysin bekannten Titers nicht löste, oder aber es war zuviel vorhanden, so dass man auch in der Komplementkontrolle eine Lösung fand. Bei jeder Versuchsreihe stellten wir auch einige, von unbehandelten Fröschen stammende inaktivierte Sera ein. Im Hämolysingehalt von diesen fanden wir auch Schwankungen, was die Verwertung der einzelnen Versuche ebenfalls erschwerte.

Wegen diesen Schwierigkeiten und zwecks Vermeidung falscher Folgerungen wollen wir unsere Schlüsse nicht aus einzelnen Versuchen ziehen, sondern gleich eine statistische Zusammenstellung unserer Versuche geben. Einen guten Überblick gewährt die Abbildung (Figur I.), die die prozentuale Verteilung der Titerhöhe bei mit heterophilem Hapten allein und mit der Mischung von heterophilem Hapten und Schweineserum behandelten Fröschen zeigt. Es kamen normale Frösche vor, die einen höheren Titer zeigten, als ein grosser Teil der behandelten, ***aber die letzteren waren im allgemeinen von viel stärkerer hämolytischer Wirkung,*** und erreichten einen 4-mal so hohen Titer, wie die normalen Frösche. Auch zwischen dem Titer, der nur mit Hapten und dem der mit Hapten- und Schweineserummischung behandelten Fröschen ergab sich ein Unterschied zugunsten der letzteren, dieser Unterschied ist jedoch nicht bedeutend. Wir können also feststellen, dass es gelungen ist bei Fröschen, ***sowohl mit heterophilem Hapten allein, als auch mit der Mischung von heterophilem Hapten und Schweineserum Hämolysin zu erzeugen; durch Schweineserum konnte man den antigenen Charakter des heterophilen Haptens nicht wesentlich steigern.*** Anscheinend ist das Hapten allein nicht so sehr als ein unvollständiges, sondern vielmehr als ein sich in einigen Fällen als äusserst schwach erweisendes Antigen zu betrachten. (Letzteres geht übrigens auch aus den Versuchen von *Landsteiner* hervor.) Bei gewissen Tieren können gewisse Antigene (z. B. heterophiles Hapten bei Kaninchen) aus bisher unbekannten Gründen ihren üblichen antigenen Charakter nicht geltend machen. Das muss betont werden, weil es nicht ausgeschlossen ist, dass auch die Haptene gewisse Antigeneigenschaften (z. B. cytotoxische) zeigen, ohne dass es zur Entstehung humoraler Antikörper gekommen wäre. Dies ist darum bemerkenswert, weil den sogenannten chemospezifischen Haptenen gegenüber Überempfindlichkeitserscheinungen schon festgestellt worden sind.

Bei den obigen Versuchen sind aber gewisse Fehlerquellen möglich und bevor wir endgültige Schlüsse ziehen, wollen wir auch von deren Ausschliessung berichten.

Möglicherweise ist das Schweineserum darum zur Aktivierung des Haptens bei Fröschen nicht geeignet, weil Frösche keine humorale Antikörper gegenüber Eiweiss (Präzipitine) erzeugen. Daraus folgt jedoch nicht, dass das Schweineserum in diesen Fällen kein Antigen ist. Es ist mehreren Autoren gelungen, bei Fröschen mit Blut-

serum einen typischen anaphylaktischen Shock hervorzurufen. Auch wir haben dies in zwei Fällen beobachtet. Um jeden Zweifel auszuschliessen, hielten wir es jedoch für nötig, das Hapten mit einem solchen Antigen zusammen zu injizieren, welches auch bei den Fröschen einen humoralen Antikörper erzeugt. Zu diesem Zwecke benutzten wir Coli-Bazillen. Wie aus Tabelle II. ersichtlich, weist das immunisierte Froschserum zwar einen ziemlich starken Agglutinationstiter gegenüber Coli-Bazillen auf, hämolysiert aber die roten Hammelblutkörperchen nicht.

Tabelle II.

Hämolyse und Agglutination bei mit B.-coli und heterophilem Hapten geimpften Fröschen.

No.	Behandlung	Serumverdünnung							Kontrollen	
		1/5	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	1/320	Serum	Kompl.
37/1	1 Lymphsack Injektion	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
37/1	Agglutination	+++	++	++	±	—	—			
37/2	1 Lymphsack Injection	n.	n.	n.	n.				n.	n
37/2	Agglutination	++	+	+	±	—	—			
37/4	1 Lymphsack Injektion	co.	m.	n.	n.				n.	n.

Im vorliegenden Fall ist auch die Methode der Impfung in den Lymphsack zu beanstanden. Nach allgemeiner Erfahrung kommt die Wirkung des Schweineserums bei Warmblütern nicht recht zur Geltung, wenn die Injektion subcutan vorgenommen wird. Die Impfung in den Lymphsack entspricht jedoch eher der letzteren. Wir injizierten also eine Serie Frösche in den üblichen Zeitabständen dreimal in die Bauchvene, teils mit heterophilem Hapten, teils mit der Mischung aus heterophilem Hapten und Schweineserum. Wie aus Tabelle III., die einen Teil unserer Versuche enthält, ersichtlich, kommt das Resultat im Grossen und Ganzen demjenigen gleich, das wir bei der Impfung der Frösche in den Lymphsack gefunden haben: geringe Hämolysinerzeugung, die jedoch bei mit und ohne Schweineserum geimpften Fröschen ungefähr ebenso stark ist.

Um aus unseren Versuchen allgemeine Schlüsse ziehen zu können, mussten wir einesteils noch untersuchen, wie andere Kaltblüter auf heterophiles Hapten, bzw. mit Schweineserum gemischtem heterophilem Hapten reagieren, andererseits mussten wir das Verhalten der Frösche bei Immunisierung mit anderen Haptenen prüfen.

Tabelle III.

Hämolyse bei Fröschen nach intravenöser Injection.

No.	Behandelt mit	Serumverdünnung						Kontrolle	
		1/5	1/10	1/20	1/40	1/80	1/160	Serum	Kompl.
T. F. 4	het. Hapten	co.	co.	co.	m.	n.	n.	n.	n.
T. F. 5	het. Hapten	co.	co.	co.	m.	n.	n.	n.	n.
T. F. D. 4	het. Hapt.+Schweineserum	co.	co.	co.	m.	n.	n.	n.	n.
T. F. D. 5	het. Hapt.+Schweineserum	co.	co.	co.	co.	f. co.	n.	n.	n.
T. F. D. 6	het. Hapt.+Schweineserum	co.	co.	co.	co.	m.	n.	n.	n.
T. F. D. 7	het. Hapt.+Schweineserum	co.	co.	co.	co.	m.	n.	n.	n.
T. N 1	—	co.	f. co.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
T. N 2	—	co.	m.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
T. N 3	—	co.	m.	m.	n.	n.	n.	n.	n.

Ausser Fröschen immunisierten wir auch Schildkröten mit heterophilem Hapten. In vier Fällen führten wir die Injektion intrakardial und in zwei Fällen intravenös

aus. Die Injektion geschah auf folgande Weise: wir durchbohrten mittels eines Trepans den Brustpanzer der Kröte an der medialen Seite, von oben gerechnet am zweiten linken Segment. Das Herz wurde auspräpariert und 1 cm^3 heterophiles Hapten, bzw. 1·5 cm^3 mit Schweineserum gemischtes Hapten eingespritzt, die Wunde tamponierten wir mit steriler Watte und füllten das durch den Trepan entstandene Loch mit Paraffin. Diesen Vorgang wiederholten wir zweimal und 14 Tage nach der letzten Impfung nahmen wir Blut aus dem Herzen. Während dieser Zeit hielten wir die Schildkröten am Trockenen und liessen sie hungern. Diesen Zustand und diese Behandlung hielten die Schildkröten mit Ausnahme von zweien, länger als zwei Monate aus. Die Schildkrötensera inaktivierten wir zum Teil auf ähnliche Weise, wie die Froschsera, zum Teil untersuchten wir sie auch aktiv. Als Komplement verwendeten wir frisches Froschserum 1:10 verdünnt. Wie aus Tabelle IV. ersichtlich, konnten Schildkröten weder mit Hapten allein, noch mit Schweineserum gemischtem Hapten immunisiert werden. Das Ergebnis stimmt also im wesentlichen mit dem überein, das wir bei Fröschen festgestellt haben.

Tabelle IV.

Hämolyse nach intracardialer Behandlung von Schildkröten.*

No.	Behandelt mit	Serumverdünnung						Kontrolle	
		1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	Serum	Kompl.
1	het. Hapten	sp.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	sp.
2	het. Hapten	sp	n.	n.	n.	n.	n.	n.	sp.
3	het. Hapt.+Schweineserum	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.
4	het. Hapt.+Schweineserum	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.	n.

*Aktive Sera wirken etwas stärker, jedoch nicht stärker als normale Sera.

Nach *Schwarzmann* lässt sich bei Fröschen sehr gut Hämolysin gegen Katzenblut erzeugen. Desshalb wählten wir als zweites Hapten den alkoholischen Katzenblutkörperchen-Extrakt, den wir ebenso bereiteten, wie das heterophile Hapten. Damit behandelten wir Frösche ebenso, wie wir es oben für den Fall des heterophilen Haptens beschrieben haben, nur mit dem Unterschied, dass wir hier die Lipoidemulsion 4:1 mit Schweineserum mischten. Wie wir aus folgender Tabelle ersehen, stimmt das Ergebnis dieses Versuches in jeder Beziehung mit dem der bisher beschriebenen überein: wir erhielten einen leicht inaktivierbaren Immunkörper ungefähr in gleicher Menge bei den mit Hapten und Schweineserum und den nur mit Hapten behandelten Tieren.

Tabelle V.

Hämolyse von Katzenblut bei Froschserum nach Behandlung mit Katzenblut-Lipoid.

No.	Behandelt mit	Serumverdünnung						Kontrollen	
		1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	Serum	Kompl.
M_1	Hapten	m.	sp.	n.	n.	n.	n.	sp.	n.
M_2	Hapten	f. co	sp.	n.	n.	n.	n.	sp	n.
M_3	Hapten	f. co	m.	n.	n.	n.	n.	m.	n.
M_4	Hapten	f. co.	f. co.	m.	sp.	n.	n.	m.	n.
MO_1	Hapten+Schweineserum	f. co.	f. co.	m.	n.	n.	n.	m.	n.
MO_2	Hapten+Schweineserum	f. co.	m.	n.	n.	n.	n	m.	n.
MO_3	Hapten+Schweineserum	m.	sp.	n.	n.	n.	n.	m.	n.
MO_4	Hapten+Schweineserum	m.	sp.	sp.	n.	n.	n.	m.	n.

DISKUSSION DER VERSUCHSERGEBNISSE.

Wie wir in der Einleitung ausgeführt haben, ist der Umstand, dass gewisse Lipoide, Zuckerderivate und die sogenannten chemospezifischen Haptene von bekannter Zusammensetzung nur in Verbindung mit Eiweiss oder anderen Antigenen, Antikörper erzeugen, nach *Landsteiner* darauf zurückzuführen, dass die genannten Stoffe keine Vollantigene sind; sie entbehren jenen Stoff, der die charakteristische Eigenschaft eines Antigens verleiht, nämlich die der Imunkörpererzeugung. Dem bisher Mitgeteilten zufolge, sind jedoch die Versuchsgrundlagen dieser Auffassung bei Verwendung von Warmblüter-Hapten nur inbezug auf Warmblüter vorhanden. Es ist uns gelungen nachzuweisen, dass bei Kaltblütern die Haptene genannten Körper eine, *wenn auch nicht starke, doch ausgesprochene antigene Wirkung ausüben, und dass diese Wirkung mit einem anderen Antigen nicht wesentlich gesteigert werden kann.* Den Versuchen gegenüber, welche bisher die allgemeine Geltung der Haptentheorie in Zweifel zogen, war bisher der nicht *ausschliessbare Einwand berechtigt*, dass die Stoffe, welche die betreffenden Verfasser verwendeten, ausser dem Hapten auch den antigenartigen Rest enthielten.* Den geschilderten Versuchen gegenüber kann dieser Einwand nicht bestehen. *Hier verwendeten wir nämlich zum Immunisieren von Fröschen dieselben Präparate, mit denen wir Kaninchen geimpft haben.* Während im ersteren Fall die antigene Wirkung mit und ohne Schweineserum keinen Unterschied aufwies, konnten wir bei Kaninchen in Übereinstimmung mit den Erfahrungen von *Landsteiner* und anderen, mit heterogenetischem Hapten allein keine nennenswerte immunisierende Wirkung nachweisen; mit Schweineserum vermischt jedoch war die immunisierende Wirkung erheblich. Es wäre aber unrichtig, sowohl die eigenen, als die Versuche Anderer so einstellen zu wollen, als sprächen sie gegen die *Landsteiner*'sche Vorstellung. Nicht einmal ihre allgemeine Gültigkeit kann auf Grund dieser Versuche in Zweifel gezogen werden. Die mit chemospezifischen Antigenen angestellten Versuche (*Landsteiner* und Mitarbeiter, *Klopstock* und Mitarbeiter) machen es wahrscheinlich, dass der reagierende Teil eines Vollantigens und jener Teil, der den Antigencharakter verleiht, nicht identisch sind. Möglicherweise können obige Versuche dahin gedeutet werden, dass auch die Lipoide einen derartigen Teil besitzen, der bei gewissen Tieren bis zu einem gewissen Grad den antigenen Charakter sichern kann. *Zweifellos hängt es nicht allein vom Antigen ab, ob sich ein Körper als Hapten oder als Vollantigen verhält, sondern auch davon, bei welchem Tier es untersucht wird* und wie das Tier behandelt wird. Von antigenem Charakter kann — und das ist teils schon im Begriff selbst enthalten — nur in Verbindung mit einem gewissen Tier die Rede sein. Dieses Prinzip konnte nicht zur Geltung kommen, solange die Antigene hauptsächlich bei Warmblütern untersucht wurden, (auch von diesen kamen nur einige nahe verwandte Nagetiere in Betracht) und solange die verwendeten Antigene nicht wesentlich verschieden waren. Dieses Prinzip kann sich jedoch als fruchtbar erweisen, wenn wir jene eigenartigen Unterschiede zu erklären versuchen, die man häufig bei der Empfänglichkeit oder der angeborenen Immunität von einzelnen Individuen, wie von

* Es ist bezeichnend, dass zwei Arbeiten die ungefähr zur gleichen Zeit erschienen sind, zu ganz widersprechenden Resultaten gelangen. Nach der einen (*Sachs* und *Klopstock*) soll mit Bandwurmlipoiden allein nicht immunisiert werden können, während nach der anderen (*Kurt Meyer*) dies möglich ist.

Rassen, manchen Infektionskrankheiten gegenüber findet. Die Empfänglichkeit Lipoidantigenen gegenüber weist Unterschiede ***nicht nur bei einzelnen Rassen, sondern auch bei Individuen auf.*** (S. Blutgruppen.) Hieraus geht aber auch hervor, dass die Immunisierbarkeit ***mit Lipoiden auch individuelle Unterschiede aufweisen kann,*** was zweifellos auch der Grund der verschiedenen Empfänglichkeit sein könnte. Weitere Versuche werden entscheiden müssen, ob die in der Praxis vorkommenden Fälle diese Hypothese unterstützen.

ZUSAMMENFASSUNG.

Kaltblüter (Frösche, Schildkröten) können mit Lipoiden, die aus den Organen von Warmblütern gewonnen sind, allein ebenso (bzw. ebensowenig) immunisiert werden, wie mit dem Lipoid-Schweineserum-Gemisch. Stoffe, die bei Warmblütern als Hapten fungieren, üben bei Kaltblütern eine zwar schwache, aber zumeist ausgesprochene antigene Wirkung aus. ***Ob ein Stoff Vollantigen ist oder Hapten, lässt sich nur in Bezug auf eine gewisse Tiergattung oder ein gewisses Individuum feststellen.***

Verfasser dankt auch bei dieser Gelegenheit Herrn Professor *F. Verzár* für die Gastfreundschaft und freundliche Unterstützung.

IRODALOM. — LITERATURVERZEICHNIS.

[1] Much, Virchows Arch. *246.* 212. 1923.

[2] Kurt Meyer, Z. f. Immf. *57.* 42. 1928. Siehe auch bei Klopstock—Witebsky, Z. f. Immf. 53. 170. 1927. Klin. Woch. 119. 1927.

[3] Sachs und Guth, Med. Klin. 1920. No. 6.

[4] Landsteiner and Simms, J. Exp. Med. *38.* 127. 1923.

[5] Kurt—Meyer, Z. f. Immf. *7.* 732. 1910. und *11.* 211. 1911.

[6] Landsteiner, Bioch. Zeitschrift. *86.* 343. 1918. (Literaturübersicht.)

[7] Landsteiner and van der Scheer, J. Exp. Med. *45.* 1055. 1927.

[8] Klopstock und Selter, Zbl. f. Bakt. *104.* 140. 1927.

[9] Heidelberger and Avery, J. Exp. Med. *38.* 73. 1923.

[10] Zinsser and Parker, J. Exp. Med. *37.* 275. 1923.

[11] Müller and Tomcsik, J. Exp. Med. *40.* 343. 1924.

[12] Landsteiner and Levene, J. of. Imm. *10.* 731. 1925. und *14.* 81. 1927.

[13] Landsteiner and Levene, Proc. Soc. Exp. Biol. and Med. *23.* 1926. und *24.* 1927.

[14] Doerr und Hallauer, Z. f. Immunf. *47.* 293. 1927.

[15] Sachs A., Wien. Kl. Woch. 1928.

[16] Hierüber siehe auch Wells, Chemical Aspect of Immunity. New-York, 1923.

[17] l. c. 13.

[18] Heinsheimer, Z. f. Immunf. *48.* 438. 1926.

[19] Schwarzmann, Z. f. Immunf. *51.* 139. 1927.

[20] Sachs und Klopstock. Z. f. Immunf. *55.* 341. 1928.

[21] Klopstock und Selter, Z. f. Immunf. *57.* 174. 1928. (Literaturübersicht.)

ADATOK AZ EPHEDRIN HATÁSMECHANIZMUSÁRÓL.

Irták: Dr. V. Méhes Gyula és Dr. Kokas Eszter.

A therápiában több olyan gyógyszert használunk, amelyet már az orvoslás őskorában is irmertek és használtak. A primitív népek, javasasszonyok házi gyógytárából nem egy drogot vett át a modern orvostudomány, miután hatását modern pharmakológiai vizsgálatokkal is igazolva látta.

Ezt látjuk legújabban az Ephedra vulgarissal is. E drogot a kínaiak már 5000 évvel ezelőtt használták gyógyszerül. Nálunk *Meliusz-Juhász Péter*,[1] a debreceni ref. főiskola tudós professzora is említi már 1558-ban megjelent fűvészkönyvében az ephedrát, mint gyógynövényt, melyet nehézlégzéses betegségek gyógyítására használnak. A népies gyógyászatban valószínűleg még ma is sok helyen ismerik gyógyító hatását és használják is.

Az ephedra, mint gyógynövénynek legújabban történt újbóli felfedezése és hatóanyagának, az ephedrinnek kémiailag tiszta állapotban való előállítása óta, ismét nagy jelentőségre tett szert. Egymásután jelentek meg közlemények, melyek egyrészt az ephedrin gyógyító hatását igazolták, másrészt az ephedrinhatás mechanismusáról számolnak be.

Ezen vizsgálatok csaknem mindenike kiemeli azt, hogy úgy az ephedrából nyert, mint ennek kémiai összetételének a megismerése után, a szintétikusan előállított alkaloida hatása lényegében az adrenalinéhoz hasonló. De lényeges különbségek vannak a hatás kvalitásában és kvantitásában is. Míg az adrenalin hatása csak igen rövid ideig tart és a hatás minden kétséget kizáróan a szimpatikus idegvégek izgalmára vezethető vissza, addig az ephedrinhatás hosszantartó és a szimpatikus izgalmon kívül más tényezők is játszanak szerepet a hatás létrejöttében.

A szerzők egyrésze a szimpatikus hatáson kívül paraszimpatikus hatásokat is felvesz, másik része főként izomhatásnak tulajdonít főszerepet. Ezen, részben egymásnak ellentmondó adatokból, az ephedrinhatás mechanizmusáról mindeddig tiszta képet kapni nem lehetett. Ez indított minket is arra, hogy egynéhány objektumon vizsgálva, igyekezzünk néhány adattal hozzájárulni az ephedrinhatás mechanizmusának a felderítéséhez.

KISÉRLETEK.

Vizsgálataink első része az ephedrin *perifériás, érszűkítő hatására* vonatkozik. Ezt az erre a célra leggyakrabban használt Läwen—Trendelenburg-féle *békapreparátumon*, továbbá *patkánycombon* és *nyúl fülén* végeztük, az egyikünk által leírt és lényegileg az előbbihez hasonló metódus szerint.[2] A preparátumok átáramoltatásá-

hoz béka-, illetve emlős Ringer-oldatot használtunk. A vizsgálatra a Merck-féle „Ephetonint" és a Richter-gyár által forgalomba hozott „Ephedrint" választottuk.* A vizsgált anyagnak Ringer-oldattal készített higításából esetenként 1 cm^3-t fecskendeztünk a preparátumhoz vezető gumicsőbe. A befecskendezés lassú áramban, 30" alatt történt, így elkerülni véltük azt, hogy egyik esetben gyorsabb, másik esetben lassúbb befecskendezéssel nyomáskülönbséget okozzunk. A befecskendezés után fél percet vártunk és azután minden második fél percben számoltuk a cseppeket.

Az adrenalin hatásáról tudjuk, hogy gyorsan bekövetkező és hamar múló hatás. Ennek megfelelően, ha koordinátarendszerben ábrázoljuk az adrenalin hatására bekövetkező cseppszámváltozást, azt látjuk, hogy a görbe hirtelenül fut a 0 pont felé, majd kissé lassabban ugyan, de folytonosan emelkedik, úgy hogy néhány perc mulva ismét a kiindulási értéknél van, sőt azt igen sokszor túl is haladja. Az adrenalinhatás a békapreparátumon tehát egy gyorsan elmúló, tökéletesen reverzibilis hatás. Az ephedrinhatás ezzel szemben hosszantartó hatás. Az érszűkület itt is hamar beáll, a cseppszám csökken, majd ismét kissé szaporodik, de az eredeti cseppszámra vagy nem, vagy csak későn tér vissza.

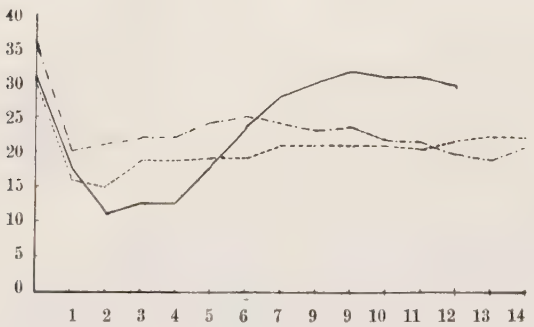


Abb. 1. ábra.

——— : adrenalin 1:10,000,000.
-·-·-·- : ephedrin 1:50,000.
------ : ephedrin 1:20,000.

A mellékelt 1. számú ábrán láthatjuk, hogy kezdetben az ephedrin is teljesen az adrenalinhoz hasonlóan hat. Ez a hatás a szimpatikus végek izgalmára vezethető vissza. A kezdeti érszűkület kissé enged, de nem múlik el teljesen az érgörcs, mint azt az adrenalingörbén látjuk, hanem egy második kontrakció is jön létre, amely igen hosszú ideig, órákig eltarthat. Ez amellett szól, hogy szimpatikus hatáson kívül más hatás is van jelen.

Ha a készítményt hosszabb ideig 1 : 200.000 higítású atropin- és Ringer-oldattal áramoltatjuk át, az ephedrinhatás nem változik. A tartós érkontrakció oka tehát nem lehet paraszimpatikus.

Lehetne esetleg arra is gondolni, hogy az ephedrin sokkal bensőbb, szorosabb összeköttetésbe lép a szimpatikus idegvégződésekkel, mint az adrenalin, onnan nehezen mosható ki és ezért marad meg a hatás oly sokáig. A 2. sz. ábra, amely adrenalin és ephetonin hatását mutatja olyan békapreparátumon, amelyet előzőleg félórán át 1 : 25.000 higítású ergotaminos Ringer-oldattal áramoltattunk át, ezt a feltevést is teljesen valószínűtlenné teszi.

A bikarbonatmentes Ringer-oldattal való átáramoltatás közben adott 1:50 milliós higítású adrenalin a cseppszámot 48-ról 38-ra csökkentette, ami 20·8%-os csök-

* Mindkét gyárnak ezúton is köszönetet mondunk, hogy szívesek voltak részünkre a kísérleti anyagot felajánlani. A Merck-féle Ephetonin és a Richter-féle Ephedrin hatása között különbséget nem találtunk.

kenésnek, 1:10 milliós higítás pedig 44-ről 16-ra csökkentette, ami 63·6%-nak felel meg. Az ergotaminos Ringerrel való átáramoltatás után az előbbi dosisok — a görbék szerint — lényeges változást nem idéznek elő, sőt egy igen nagy dosis, 1:1,000,000 higítás is hatástalan marad. Ez azt bizonyítja, hogy az ergotamin a szimpatikus végeket valóban és teljesen bénította. Ha az ephedrinhatás is hosszantartó szimpatikus izgalomnak a következménye volna, akkor, mivel most a szimpatikus végek bénulva vannak, az ephedrinnek is hatástalannak kellene lenni. Azt látjuk azonban, hogy az ephedrin ergotamin után is hatásos marad. Érdekes azonban, hogy most a kezdeti, hirtelen beálló és rövid ideig tartó érösszehúzódás, mint amilyet a normális ergotaminmentes Ringer-oldattal való átáramoltatás közben kaptunk, elmarad. Most csak lassan, de fokozatosan és állandóan csökken a cseppszám. Ez bizonyítéka annak, hogy az ephedrinnek perifériás érösszehúzó hatása van és hatása két fázisból tevődik össze, először izgatja a szimpatikus idegvégződéseket, majd összehúzódásra bírja magát az érfal izomelemeit.

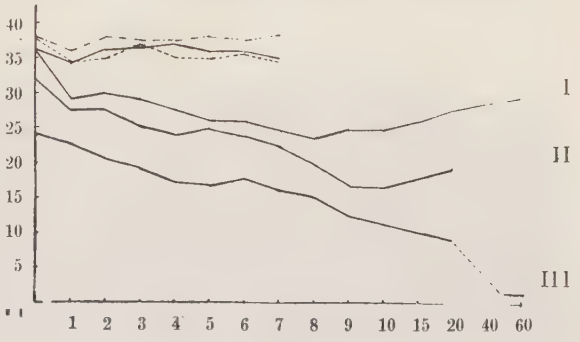


Abb. 2. ábra.

Ergotaminos Ringer 1:25,000.

——— : adrenalin 1:50 millió.
– – – – : „ „ 1:10 „
– – – – : „ „ 1: 1 „

I = ephedrin 1:100,000.
II = „ „ 1:10,000.
III = „ „ 1:1000.

Ugyanezeket a hatásokat kaptuk nyúlfülön és patkánycombon végzett vizsgálatainkban is.

Izolált békaszíven, amelyet Ringer-oldattal áramoltattunk át ephedrin adagolása után, szintén azt láttuk, hogy az ephedrinhatás nem egyszerűen a szimpatikus végek izgalmában nyilvánul. Míg adrenalin kis, de hatásos adagaira a békaszív mindig pozitív inotrop hatással, pulzusvolumen növekedésével reagál, addig ephedrinre csak néha látunk a hatás kezdetén kisfokú volumennagyobbodást, amit éppen úgy kaphatunk egyszerű Ringer-oldat váltásánál is. Az ephedrinhatás állandóan, az adag nagyságától és a szív érzékenységétől függően, kisebb-nagyobbfokú pulzus volumencsökkenésben nyilvánul. A legnagyobb higítás, amely már észrevehető volumencsökkenést idézett elő, 1:50.000-es volt. Ennél nagyobb higítás semmiféle működésbeli elváltozást nem okozott. Az esetek legnagyobb részében azonban csak 1:20.000-es higításnál töményebb oldatok mutattak kifejezett negatív inotrop hatást. 1:1000-es higítású oldat az esetek legtöbbjében diasztolés megállást okozott.

Lehetne arra is gondolni, hogy a negatív inotrop hatás azért jön létre, mert az ephedrin a vagust ingerli, vagyis a sziven muskarinszerűleg hat. Ha ez igaz volna, akkor az ephedrinhatást atropinnal meg lehetne szüntetni. Azt látjuk azonban, hogy a már kifejlődött negatív inotrop hatásra az atropinnak semmi hatása nincs. Ha viszont egészen kis dosis ephedrint használunk, akkor az atropin időlegesen megszünteti az ephetoninhatást. Ha pedig előzőleg a szivet atropinoztuk, a kis dosis ephedrin hatása csak később következik be és kisebbfokú lesz a pulzusvolu-

men csökkenése. Ebből arra lehet következtetni, hogy az ephedrinhatás egy részét valóban vagusizgalom képezi.

Ha az ephedrinhatás olyan erős, hogy a kamra diastolében megáll, a pitvar még sokáig szabályosan működik. Az ingerképzést tehát nem bénította az ephedrin. Azt a magyarázatot is lehetne adni a kamramegállásnak, mint ahogy *Chen*[3] és *Takács*[4] is gondolják, hogy az ephedrin meggátolja a sinuscsomóban képződött ingernek a kamra izomzatára való tovaterjedését: atrio-ventrikuláris blockot idéz elő. Ez teljesen valószínűnek látszik a mellékelt 3. ábrából is. 1:5000 higítású ephedrin a kamrát megállította, a pitvar még szabályosan működik. 5 perc mulva a kamrán érintésre ritmikus, a pitvarral nem synchron összehúzódások láthatók. Az összehúzódások folyton kisebbednek és gyérülnek, úgy hogy csak minden 5—6 pitvar összehúzódásra esik egy kamraösszehúzódás, végül a kamra ismét megáll. A helyzet hasonló a Stannius-féle II. ligatura alkalmazásánál tapasztalt helyzethez. Ott is gyakran lát-

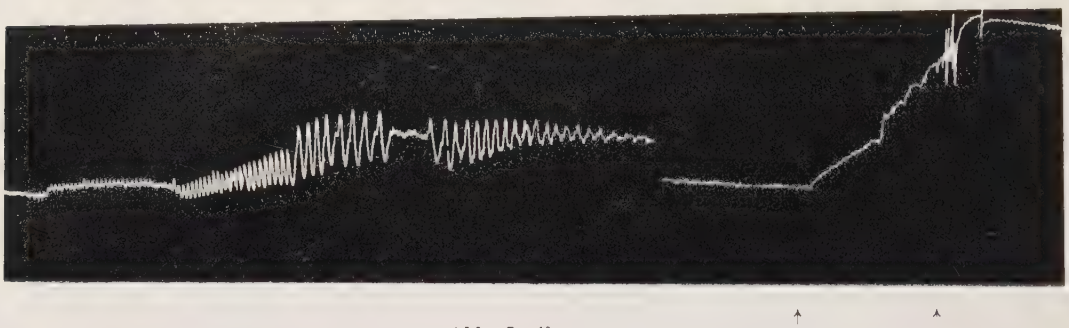


Abb. 3. ábra.

1:5000 higítású ephedrin-oldat hatására a kamra diastolében megáll, a pitvar tovább működik. 5 perc mulva a kamra ismét kezd működni, a pitvartól teljesen függetlenül, majd ismét megáll. ^ ^ Elektromos ingerlésre nem kapunk egyes összehúzódásokat, hanem lassan, teljes systoléig húzodik össze a kamra.

hatjuk, hogy a ligatura feltevése után a kamra saját ritmussal kezd működni. De míg a Stannius-ligatura alkalmazása után a kamra minden egyes mechanikus, vagy elektromos ingerlésre egy erőteljes összehúzódással reagál, addig itt a szív, illetve a kamra másodszori megállása után sem mechanikus, sem elektromos ingerlésre többé nem reagál. Erős elektromos ingerlésre, legyen az galvános vagy farados ingerlés, a kamra lassan, fokozatosan húzódik össze, csaknem a teljes systoléig és nagyon sokáig így marad. Az elernyedés hasonlóképen igen lassan történik, ½—1 óráig is eltarthat. Annak dacára, hogy az elektromos ingerlés úgy történt, hogy minden 10″-ben egy áramcsapás érte az izomzatot, egyes összehúzódást csak akkor kaptunk, ha közvetlenül a látszólagos kamramegállás után ingereltük az izomzatot.* Mennél később történt az ingerlés a kamramegállás után, annál kevésbbé kaptunk reakciót az ingerlésre.

Ez vonatkozik nemcsak a mechanikus vagy elektromos ingerlésre, hanem a kémiai, gyógyszeres ingerlésre is. Tudjuk, hogy az adrenalin már igen nagy higítás-

* Az ingerlésre 2 Voltos akkumulátort és szánkainduktort használtunk, melynek szekundér tekercsébe kapcsoltuk az elektródokat. Egyik elektród a kamra csúcsát érte, a másik a kanülbe volt süllyesztve.

ban is erős hatással van a békaszívre. Midőn a működéscsökkenést nem valami izommérég okozza, az adrenalin azt a legtöbb esetben kompenzálja.

Ha az ephedrinnel idézünk elő működéscsökkenést és azt próbáljuk adrenalinnal kompenzálni, azt látjuk, hogy ha akkor adjuk az adrenalint, mikor még a kamra nem állt meg, az adrenalin kis időre terjedő működésjavulást okoz. Mennél inkább közeledik a kamra a teljes megálláshoz, annál kevésbbé hatásos az adrenalin. Ha a kamra már teljesen beszüntette működését, már az adrenalin sem hat. Az adrenalin azért marad hatástalan, mert az ephedrin a kamraizomzatot bénította. A bénítás annál jobban és biztosabban következik be, mennél töményebb ephedrinoldatot használtunk és mennél több ideig jut érintkezésbe a méreg az izomsejtekkel. Mennél tovább érintkeznek az izomsejtek az ephedrinoldattal, annál inkább több és több ephedrinmolekula diffundál át a sejtbe, annál kifejezettebb lesz az izomsejtek bénulása, következéskép az adrenalinhatás folyton csökken, míg végre megszűnik. Ezt szemlélteti a 4. ábra.

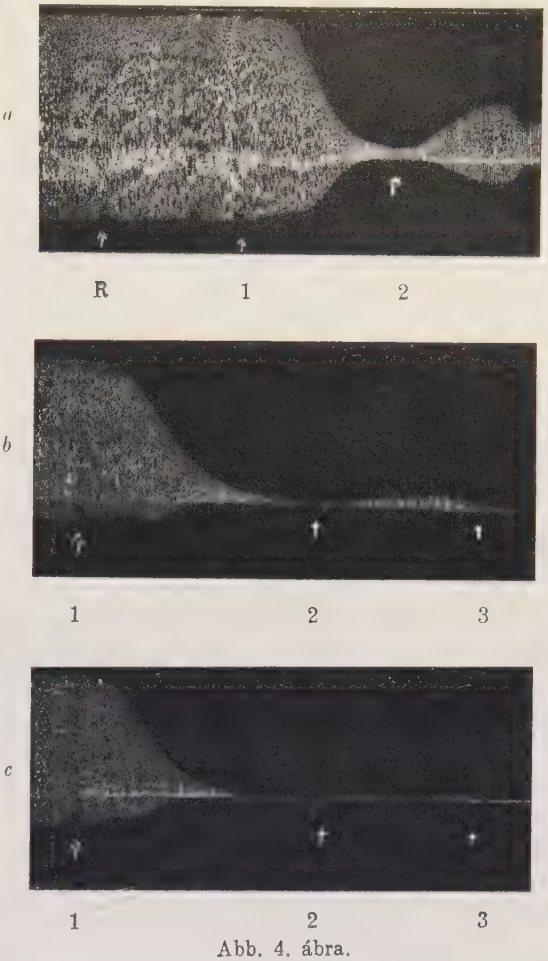


Abb. 4. ábra.

a R: Ringer-váltás.
1 = 1:1000 ephedrin.
2 = 1 csepp adrenalin 1:1000.
b 1 = 1:1000 ephedrin.
2 = 1 csepp adrenalin 1:000.
3 = 1 „ „ 1:000.
c 1 = 1:1000 ephedrin.
2 = 1 csepp adrenalin 1:000.
3 = 2 csepp atropin 1:000.
a, *b*, *c* ugyanaz a szív.

Ezen eredményekből kitűnik, hogy az ephedrin atrio-ventrikuláris blockot előidézhet ugyan, de nemcsak ez a block az oka a kamramegállásnak, hanem az izomzat bénítása is nagy szerepet játszik. Az izolált békaszíven az ephedrin hatása — ezek szerint — három tényezőből tevődik össze: úgymint vagusizgalom, atrioventrikuláris block és izombénítás.

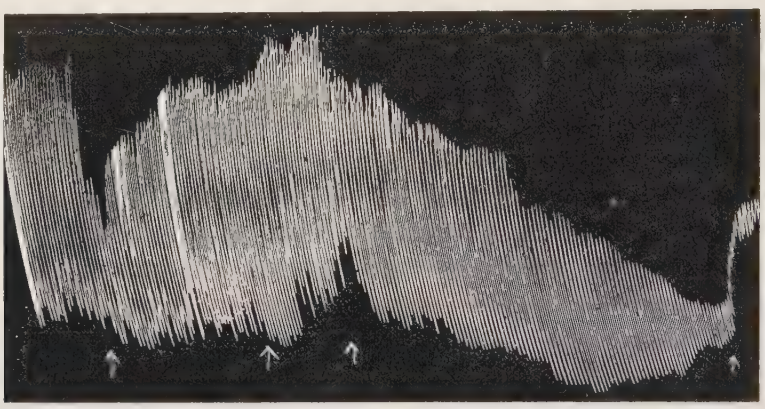
Azok a vizsgálatok, amelyeket *izolált, túlélő vékonybélkacson* végeztünk, szintén azt bizonyítják, hogy az ephedrinnek a szimpatikus végekre való hatásán kívül, kifejezett izomhatása is van.

A korábbi vizsgálatok is azt mutatják, hogy az ephedrin általában gátolja a bél működését. Így *Fujii*[5] kimutatta, hogy kis dosisban elernyesztőleg, közép és nagy dosisban (0·003%) tónust fokozólag hat és nagy dosisban muscularis bénulást idéz elő. Bélműködést bénító hatást írnak le *Chen* és *Schmidt*[6] is kutyánál és macs-

kánál. Ezzel szemben *Nagel*[7] úgy találta, hogy macskabélen az ephedrin a síma izomelemek ingerlése révén, adrenalinnal megszüntethető tónus- és ritmusfokozódást idéz elő.

Vizsgálataink folyamán mi is tapasztaltuk, hogy lényeges hatásbeli különbségek állhatnak elő, aszerint, hogy milyen dózist alkalmazunk. Természetesen igen nagy szerepet játszik esetenként a bélkacs érzékenysége. Általában azt tapasztaltuk, hogy az ephedrin 1 : 500.000 higításban kezdett hatásos lenni, ennél nagyobb higítás már minden kacsnál, minden esetben hatástalan volt.

A hatás általában abban nyilvánult, hogy az összehúzódások amplitúdója csökkent, mely csökkenés az adag növelésével mindinkább kifejezettebb, nagyobbfokú volt, — mérgező adagra nagyfokú tónus- és ritmuscsökkenés állott be s végre a bélmozgás teljesen megszűnt. Középnagy dózistól, 1 : 150.000—50.000 higításig az esetek mintegy 50%-ban kifejezett tónusfokozódást láttunk, melyet később rendszerint



1 T 2 3 4

Abb. 5. ábra.

Nyul bélkacs Tyrode-oldatban. — 1 = ephedrin 1:250,000. T = Kimosás. 2 = ephedrin 1:80,000. 3 = ephedrin 1:10,000. 4 = baryumchlorid 0,1 cm³ 1%. (Ugyanilyen adag $BaCl_2$ az ephedrinnel való kezelés előtt $2^1/_2$-szer erősebb contractiót idézett elő.)

tónuscsökkenés követett. 1 : 20.000-nél töményebb oldat minden esetben kifejezett tónus- és a megállásig fokozódó ritmuscsökkenést okozott.

Ilyen, három különböző fokú hatást szemléltet az 5. ábra.

Ha összehasonlítjuk e görbéket az adrenalingörbékkel, rögtön láthatjuk, hogy a két szer okozta működésbeli elváltozás között különbségek vannak. Kis adag adrenalinra csak két-három összehúzódás csökken, utána ismét rendes, sőt fokozott összehúzódások következnek. Nagy adag adrenalinra pedig nagyfokú tónuscsökkenés, teljes bénulás áll be, amely azonban csak nagyon rövid ideig, pár másodpercig tart, utána a bél ismét fokozatosan erősödő összehúzódásokat végez. Az adrenalingörbére jellemző a rövid ideig tartó hirtelen csökkenés. Ezzel szemben ephedrin után állandóan lassú, fokozatos csökkenést látunk. E feltűnő különbségnek csak az lehet a magyarázata, hogy a két szer hatásmechanizmusa más.

A lassan előre haladó és aránylag rövid ideig tartó amplitudócsökkenés, amit kis adag ephedrin után látunk, minden bizonnyal a szimpatikus végek izgalmára vezethető vissza. Mert az az adag ephedrin, amelyik előbb ilyen hatást idézett elő, hatástalannak bizonyul, ha a bélkacs hosszabb ideig (20—30 percig) 1:50.000 higítású ergotaminos* Tyrode-oldatban állott. Ha az ergotamin bénította a szimpatikus végeket, az előbb hatásos adag hatástalan maradt, bizonyítékául annak, hogy a hatás a szimpatikus végek izgalmán alapult.

De másként áll a dolog, ha nagyobb dosis ephedrint alkalmazunk. Már maga a hosszantartó hatás is azt mutatja, hogy itt már nemcsak a szimpatikus végek izgalmáról van szó. Valóban azt látjuk, hogy ergotaminozással a nagyobb adag ephedrin hatását megakadályozni, megszüntetni nem lehet. Ergotaminozás után igen sokszor kissé csökken az ephedrinhatás, de legtöbbször csak a lappangási szak megnyúlásában van a változás. Ebből arra lehet következtetni, hogy az ephedrin magát az izomsejteket támadja meg. A lappangási szak azért nyúlik meg, mert most elmarad a kezdeti szimpatikus hatás és csak akkor mutatkozik amplitudócsökkenés, amikor már hatásos koncentrációban halmozódott fel az ephedrin az izomsejtekben. Ezt bizonyítani látszik az is, hogy Tyrode-oldatban működő bélkacson is igen sokszor két hullámban játszódik le az ephedrinhatás. Az első hullám megfelel a szimpatikus izgalomnak, a második pedig az izomhatásnak.

Azt a tónusfokozódást, amit az esetek egy bizonyos százalékában ephedrin adagolása után a bélkacson látunk, paraszimpatikus eredetűnek kell tartanunk, mert atropinnal megszüntethető, illetve atropinozott bélen nem is látható. Hogy az ephedrin nem minden bélkacson és nem minden esetben okoz tónusnövekedést, annak valószínűleg, mint ahogy *Kreitmair*[8] is magyarázza, az az oka, hogy az ephedrin szimpatikus- és paraszimpatikus tónustfokozó adagja olyan közel van egymáshoz, hogy a kettőt egymástól elválasztani nem minden esetben sikerül. Hogy egyik esetben a szimpatikus hatás érvényesül jobban, a másik esetben pedig a paraszimpatikus, az esetenként a vegetatív idegrendszer egyensúlyi állapotától függ. *(Takács.)*[9]

A paraszimpatikus mérgek és az ephedrin között egy bizonyos antagonizmus áll fenn. A pilocarpin által előidézett tónusnövekedést és fokozott működést úgy az adrenalin, mint az ephedrin megszünteti. Az adrenalin éppen úgy, mint normális bélkacson, hirtelen beálló tónuscsökkenést idéz elő, amely még gyorsabban múlik el, mint a normális bélen ugyanezen adag által előidézett hatás. Az adrenalinhatás megszűnte után ismét a pilocarpinhatás érvényesül. Ezzel szemben az ephedrin teljesen megszünteti a pilocarpin-okozta tónusnövekedést. A hatás itt is olyan, mint normális bélkacson, lassan áll be és igen hosszú ideig tart. Ha az ephedrin a pilocarpin hatását megszüntette, egy másik adag pilocarpinnal nem lehet ismét a belet fokozottabb működésre bírni, még kétszeres adaggal sem, csak akkor, ha a mérget többszöri kimosással eltávolítjuk. Ugyanezt tapasztalhatjuk, ha pilocarpin helyett acetylcholint alkalmazunk.

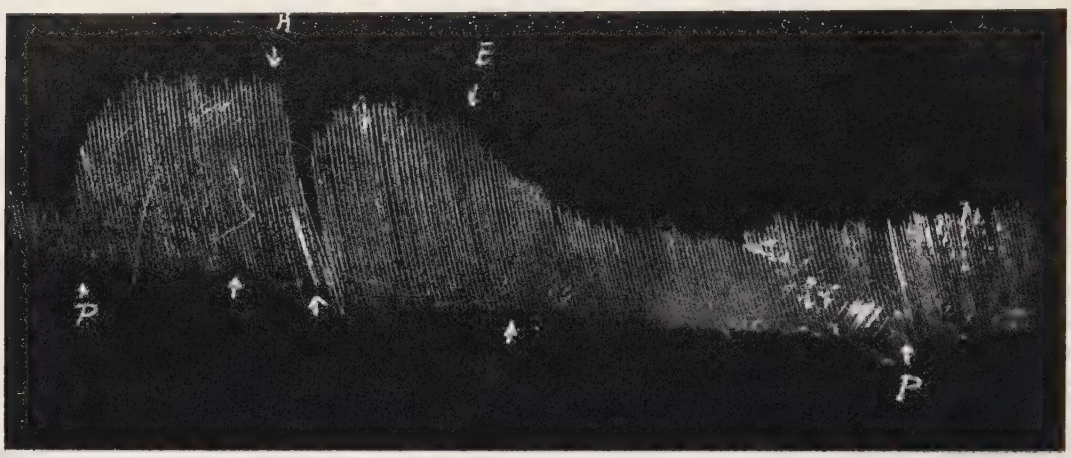
Az következik ebből, hogy az ephedrin-pilocarpin- és ephedrin-acetylcholinhatás nem egyszerű, valódi antagonizmuson alapszik. A paraszimpatikust izgató hatás való-

* Az ergotamint (Gynergen II. Sandoz) a Chem. Fabrik Sandoz, Basel volt szíves rendelkezésünkre bocsátani.

színűségéről előbb szólottunk. De az kétségtelen, hogy itt is a bénító hatás nem a paraszimpatikusra vonatkozik, hanem izomhatás. Izomhatás mellett bizonyít az is, hogy, ha elég nagy ephedrindózist alkalmazunk és hosszú ideig hagyjuk azt a bélre hatni, az izombénítás folytán a bél annyira elveszti tónusát és ingerlékenységét, hogy még erősebb mechanikai ingerlésre sem, vagy alig reagál.

A baryumról tudjuk, hogy a bélen myogén eredetű izgalmat okoz. A bél baryum hatására erősen összehúzódik. A kontrakciót atropin nem, az adrenalin is csak kis mértékben szünteti meg. Ezzel szemben az ephedrin megszünteti a baryumkontrakciót, sőt, ha előzőleg ephedrinnel bénítjuk a bélfal síma izomzatát, a baryum, az előbb hatásos dosisban vagy egyáltalában nem hat, vagy csak lényegesen gyengébb a hatása. (Lásd 5. ábrát.)

Mindezen vizsgálatokból kitűnik, hogy az ephedrinhatás a túlélő sziven, bélen és érpreparátumon vizsgálva, több tényezőből összetett hatás. Látjuk, hogy hatást gya-



P 1 2 3 P

Abb. 6. ábra.

Nyulbélkacs Tyrode-oldatban. P = Pilocarpin 1:10,000 1 cm³ (1:500,000). 1 = adrenalin 1:100 millió. 2 = adrenalin 1:50 millió. 3 = ephedrin 1:50,000. Ephedrin után az előbb hatásos pilocarpin nem hat.

korol a szimpatikus végekre, hat a paraszimpatikusra, de legfőbbképen hat a szívizomzatra és a bél síma izmaira.

Az ephedrin, illetve ephetoninnak a pharmakológiailag legfontosabb tüdőhatásának lényegére ezen vizsgálatokból következtetni nem lehet. Hatásának összetett és szervenként is változó volta azt mutatja, hogy a tüdőhatásokról csakis közvetlenül e szerven szerzett tapasztalatok adhatnak felvilágosítást, amiről későbbi vizsgálatok fognak beszámolni.

ÖSSZEFOGLALÁS.

Az ephedrinhatás több tényezőből összetett hatás:

1. Läwen—Trendelenburg-féle békapreparátumon, nyúlfülön és patkánycombon vizsgálva a perifériás érhatást, azt látjuk, hogy az két fázisból áll. Az ephedrin izgatja

a szimpatikus idegvégződéseket és ezáltal okoz vasokonstrikciót, majd tartós kontrakcióra bírja az érfal izomzatát magát, direkt izomhatás révén.

2. Izolált békasziven ritkán látható accelerans hatás; annál feltűnőbb az elernyesztő, negatív inotrop hatás. Kis adag ephedrin hatását az atropin gátolja, atropinozás után az ephedrinhatás gyengébb és később következik be. Az ephedrin mérgező adagja atrio-venticuláris blockot idéz elő és bénítja a kamra izomzatát, míg a pitvar működését, az ingerképzést csak jóval később befolyásolja.

3. Túlélő nyúlbélkacson az ephedrin egyes esetekben tónusfokozódást, de inkább tónuscsökkenést idéz elő. A tónus- és ritmuscsökkenés a szimpatikus végek izgalmára és a síma izomelemek bénítására vezethető vissza.

BEITRÄGE ZUM WIRKUNGSMECHANISMUS DES EPHEDRINS.

Von Dr. J. v. Méhes und Dr. E. v. Kokas.

Die Neuentdeckung der Ephedra vulgaris als Heilpflanze und die Herstellung ihres wirksamen Bestandteiles, Ephedrin, bzw. Ephetonin brachte diese Substanz in den Mittelpunkt des klinischen und pharmakologischen Interesses. Es erscheinen von Tag zu Tag Mitteilungen, die von klinischen oder pharmakologischen Ergebnissen berichten. Die Untersuchungen bestätigen fast ausnahmslos, dass das Alkaloid der Ephedra dem Adrenalin nahestehende Wirkungen zeigt. Es sind aber sowohl in der Qualität, wie in der Quantität der Wirkung wichtige Unterschiede zu bemerken. Die mitgeteilten, zum Teil einander widersprechenden Angaben gewähren kein klares Bild über seinen Wirkungsmechanismus. Es schien uns desshalb von Wichtigkeit, zur weiteren Aufklärung des Wirkungsmechanismus des Ephedrins,* Untersuchungen auszuführen.

Der erste Teil unserer Versuche bezieht sich auf die periphere Gefässwirkung des Ephedrins, deren Untersuchung an dem Läwen—Trendelenburg'schen Froschpräparate, ferner am Rattenschenkel und am Kaninchenohr vorgenommen wurde. Die Adrenalinwirkung ist bekanntlich eine rasch auftretende und bald vorübergehende Erscheinung. Dem gegenüber ist die Wirkung des Ephedrins ziemlich anhaltend. Die Gefässverengerung stellt sich nach Ephedrin bald ein; die Tropfenzahl vermindert sich, später steigt sie wieder etwas an, ohne, oder erst nach längerer Zeit, die anfängliche Zahl wieder zu erreichen. Wenn die Veränderungen nach Ephedrin in ein Koordinatensystem eingetragen werden, bekommen wir eine Doppelwelle. (S. Abb. 1.) Die Ephedrinwirkung wird, wenn man das Präparat mit Atropin versetztem Ringer durchströhmt, nicht verändert. Es treten aber Veränderungen ein, wenn das Präparat vorher längere Zeit (20—30 Minuten) mit Ergotamin-Ringer (1 : 25.000—1 : 50.000) durchströmt wird. Wenn die sympathischen Nervenendigungen durch Ergotamin gelähmt werden, dann bleibt die erste Welle aus, die Tropfenzahl fällt allmählich, aber andauernd. (S. Abb. 2.) Am Rattenschenkel und Kaninchenohr wurden dieselben Ergebnisse erhalten. Diese Befunde ergeben, dass die gefässverengernde Wirkung des Ephedrins

* Die wirksame Substanz wird teils als Ephedrin (Richter), teils als Ephetonin (Merck) bezeichnet, welche identisch zu sein scheinen.

aus zwei Faktoren zusammengesetzt ist: zunächst reizt es die sympathischen Nervenendigungen, dann bewirkt es eine direkte Reizung der Muskelelemente der Gefässwände.

Die zweite Versuchsreihe wurde an Froschherzen ausgeführt, die an einer Straubkanüle befestigt waren.

Bei dem mit Ringer-Lösung ernährten Froschherzen wirkt das Ephedrin in manchen Fällen positiv inotrop. Die Wirkung zeigt sich aber im Allgemeinen nur in der Verminderung des Pulsvolumens. Die maximale Verdünnung, die noch eine solche Wirkung hat, ist 1:50.000; eine Verdünnung von 1:1000 führte in den meisten Fällen zu diastolischem Stillstand. Atropin bewirkt in geringem Masse eine Verminderung der Ephedrinwirkung und verlängert die Latenzzeit. Nach dem Kammerstillstand schlägt der Vorhof noch lange Zeit weiter: die Reizbildung ist nicht gelähmt. Die toxische Dosis führt zu einem Zustand, der dem ähnlich ist, den eine II. Stannius-Ligatur hervorruft. Die Kammer beginnt, unabhängig von der Frequenz des Vorhofs, in kurzer Zeit nach ihrem Stillstande wieder zu schlagen, hört aber bald wieder auf. Wenn die Kammer auch zum zweitenmale still steht, dann kann man sie weder durch mechanische, noch durch elektrische Reize zu Kontraktionen bringen. (S. Abb 3.) Das spricht zwar dafür, dass das Ephedrin einen atrioventricularen Block hervorgerufen hat, aber dies kann nicht als einzige Ursache des Kammerstillstandes angesehen werden. Jedenfalls spielt auch eine, die Muskulatur lähmende Wirkung bei der Erscheinung mit. (S. Abb. 4.) Die Herzwirkung des Ephedrins lässt sich also in drei Komponenten zerlegen: Vagusreizung, atrioventicularer Block und Muskellähmung.

Die dritte Versuchsreihe, am überlebenden Darm ergab von der Grösse der Dosen abhängend, verschiedene Wirkungen. Eine Verdünnung von 1 : 500.000 bis 1 : 150.000 ruft im allgemeinen Tonusabnahme hervor. Von 1:150.000 bis 1:50.000 war in einigen Fällen am Anfang der Wirkung Tonuszunahme vorhanden, grössere Konzentrationen gaben in allen Fällen ausdrückliche Tonusabnahme und Rhythmusverminderung. Der Unterschied gegenüber der Adrenalinwirkung zeigt sich auch in diesem Falle darin, dass die Wirkung langsam eintritt und dauernd anhält. (S. Abb. 5.)

Die verhältnismässig kurz andauernde Amplitudenverminderung kann mit grosser Sicherheit auf die Reizung der sympathischen Nervenendigungen zurückgeführt werden, denn wenn das Darmstück 20—30 Minuten lang in ergotaminhaltiger Tyrodelösung (1 : 50.000) gehalten wird, dann bleibt eine kleine Dosis unwirksam. Grosse Dosen werden dagegen durch Ergotamin gar nicht beeinträchtigt, oder höchstens durch die Verlängerung der Latenzzeit. Diese wird dadurch verlängert, dass infolge der Ergotaminwirkung die anfängliche Sympatikuswirkung ausbleibt und erst dann sich eine Reaktion zeigt, wenn durch die Muskelzellen eine genügend wirksame Konzentration gespeichert ist. Dann kommt es auch hier zur direkten Muskelwirkung.

Die in einem Teil der Fälle bemerkte Tonuszunahme scheint parasympathischen Ursprung zu haben, da sie durch Atropin aufzuheben, bzw. am atropinisierten Darm nie zu sehen ist. Dass das Ephedrin nicht an jedem Darmstück und nicht in jedem Falle Tonuszunahme bewirkt, könnte so erklärt werden, wie das sich auch *Kraitmair*[8] vorgestellt hat, dass die den Sympathicus- und den Parasympathicus reizenden Dosen des Ephedrins so nahe aneinander liegen, dass sie nicht immer zu trennen sind. Dass in einem Falle die Sympathicuswirkung, in dem anderen die des Parasympathicus über-

wiegt, ist von dem jeweiligen Gleichgewichtszustande des vegetativen Nervensystems abhängig.

Das Ephedrin hebt die Pilocarpin- und Acetylcholinkrämpfe des Darmes auf. Auch die Krampfwirkung des Baryums wird parallelisiert. (S. Abb. 5 u. 6.)

Alle diese Untersuchungen zeigen, dass die Ephedrinwirkung aus mehreren Komponenten besteht. Die Wirkung richtet sich auf die Muskeln des Herzes und des Darmes. Bezüglich seiner therapeutisch verwendbaren Wirkung auf die Lunge bedarf es besonderer Untersuchungen.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] Horhi—Méliusz—Juhász Péter, Herbarium. Kolozsvár, 1558.
[2] Méhes és Both, Magyar Orvosi Arch. 1927. évf., 5. füzet.
[3] Chen. K. K. Proc. of the soc. f. exp. biol. a med. *22*. 1925.
[4] Takács L., Orvosi Hetilap. *72*. évf., 33. sz. 1928.
[5] Fujii M., Journ. of orient. med. *3*. Nr. 1. 1925.
[6] Chen u. Schmidt, Proc. of the soc. f. exp. biol. a med. *21*. Nr. 6. 1924.
[7] Nagel, Arch. f. ex. Pathol. u. Pharmakol. *110*. 129. 1925.
[8] Kreitmair, Münch. med. Wochenschr. *5*. 190. 1927.
[9] Takács, l. c.

ABBILDUNGEN.

1. Wirkung von Ephedrin und Adrenalin am Laewen-Trendelenburg Präparat.
2. Dasselbe nach vorheriger Durchströmung mit Ergotamin-Ringer.
3. Froschherz. 1:5000 Ephedrin macht Kammer-Diastole. Vorhof schlagt weiter. Nach 5 Minuten beginnt die Kammer in eigenem Rhythmus, unabhängig vom Vorhof wieder zu schlagen. Bleibt dann wieder stehen. Von ⅄ bis ⅄ elektrische Reizung, welche keine einzelnen, sondern nur eine langsame Kammerkontraktion bewirkt.
4. Froschherz. R = Ringer, übriges S. in der Legende.
5. Kaninchendarm. T = Auswaschen mit Tyrodelösung. Übriges S. in der Legende. Dieselbe Menge $BaCl_2$ hat vor der Ephedrinbehandlung 2½-mal so stark gewirkt.
6. Dasselbe. Nach Ephedrin wirkt das vorher wirksame Pilocarpin nicht mehr.

A KOBALT HATÁSA A HAEMOGLOBINÉRTÉKRE ÉS A VÖRÖSVÉRTESTSZÁMRA.*

Irta: Dr. Waltner Klára és Dr. Waltner Károly.

A vascsoportba sorolt fémek közül a therapiában a legutóbbi időkig csak a vas játszott jelentős szerepet. A csoport többi tagjai közül a nikkel és kobalt még egyáltalában nem, a mangán pedig csak a közelmultban nyert alkalmazást. Ez a négy fém a Mendelejeff-féle periódikus rendszerben egymás mellett foglal helyet. Mind a négy ugyanabba a periódusba tartozik; a vas, nikkel és kobalt egy családot alkot, a mangán a közvetlenül előző családban foglal helyet. Atomsúlyuk és fajsúlyuk hasonló egymáshoz és igen sok fizikális és kémiai tuajdonságukban is megegyeznek. A négy fémet együttesen a nehéz fémek vascsoportjának szokták nevezni. Biológiai hatásukat illetőleg kimerítően csak a vassal és sóival végeztek vizsgálatokat, de újabban a figyelem a csoport egy másik tagja, a mangán felé is fordult.

Indító okot erre az szolgáltatott, hogy mangánnal dolgozó munkásoknál gyakran figyeltek meg olyan tüneteket, amelyek arra keltettek gyanut, hogy esetleg a fémmel történt mérgezés következményei. A mangán kiterjedten nyer ipari feldolgozást mangándioxyd vagy barnakő alakjában. Barnakővel dolgozó munkásoknál a mérgezési tüneteket kachexia, oedema, nephritis és idegrendszeri elváltozások alkotják. Ezen tünetek kifejlődése előtt megfigyelték munkásoknál, hogy a vörösvértestszám és a haemoglobin megszaporodik. A hamburgi hygienikus, *L. Schwarz*,[1] ezt a vörösvértest- és haemoglobinelváltozást a mangánmérgezés korai diagnosztizálására kívánta felhasználni. Sorozatosan megvizsgálta barnakővel dolgozó munkások vérét és azt találta, hogy ezen munkások egy jelentékeny részénél, mintegy 70%-ánál a vörösvértestszám 6 millió fölé emelkedett. Hogy ezt a megfigyelést kísérletileg is megalapozza, macskákkal végzett kísérleteket úgy, hogy többféle mangánt tartalmazó anyagot etetett az állatokkal, részben pedig porított mangántartalmú anyagokat befúvott a tracheájukba. Eredményei amellett szólnak, hogy a mangán kifejezett hatással van a vörösvértestekre, illetőleg a vér haemoglobintartalmára.

Minden bizonnyal ezek a megfigyelések indítottak arra, hogy mangánnal therapiás célokkal is kísérletezzenek. Elsőnek egy francia szerző, *Lemoin*[2] kísérelte meg chlorosis gyógyítását manganum nucleinicummal, jó eredménnyel. Azóta többen használták fel a mangánt, illetve különböző vegyületeit vérszegénységek kezelésénél.

* A magyar biológiai kutatóintézet II. oszt. (igazgató dr. Verzár Frigyes egyetemi ny. r. tanár) és a szegedi Ferenc József-tudományegyetemi gyermekklinika (igazgató dr. Hainiss Elemér ny. r. tanár) közleménye.

Utóbbi időben egy magyar vizsgáló, *Faludi Ferenc*[3] foglalkozott behatóan mangántherapiával és különösen anaemia perniciosánál és sec. anaemiánál ért el igen szép eredményt.

A kobalt a vassal és mangánnal sok tekintetben megegyező fizikai és kémiai tulajdonságokkal bíró fém, amelyet eddigelé gyógyszerként egyáltalán nem alkalmaztak és ipari felhasználása is jelentéktelen, úgy hogy ipari mérgezések sem fordultak vele kapcsolatosan elő s így élettani hatása is alig ismert. A kobalt fehéresszürke fém, mely tisztán csak meteorokban fordul elő, egyébként nikkellel, arsennal és vassal együtt találjuk különböző ásványokban. Ipari felhasználást ötvények készítésénél és különböző üveg- és porcellánfestékek előállításánál nyer.

Magának a tiszta fémnek biológiai hatásáról semmiféle ismeretünk eddig nem volt. Sóinak hatásáról sem tudunk sokat. *Kobert*[4] szerint a kobalt ammoniumsóinak kuraraszerű hatása van. Érdekes, hogy egy magyar orvos, *Antal János*[5] 1894-ben ajánlotta a kobaltnitrátot cyanmérgezések ellenszereként belsőleg adva és subcutan befecskendezve. Ez a therápia, sajnos, nem vált be, más kutatók vizsgálatai szerint az Antal által ajánlott adagok toxikus hatásúak.

A most ismertetendő kísérletekben a kobaltnak a vörösvértestszámra és a haemoglobintartalomra való hatását vizsgáltuk. A kísérleteket fehér patkányokon végeztük és ezért indokoltnak látjuk, hogy a patkány haematológiájáról általánosságban röviden megemlékezzünk.

Az irodalomban található adatok[6] szerint a patkány vörösvértestszáma 9·3 millió és haemoglobinértéke 105%. Ezek az adatok azonban csak jól kifejlett, idősebb állatokra érvényesek. Az I. táblázatban feltüntetett adatok jól demonstrálják, hogy ezek az értékek az állat életének különböző periódusaiban mások és mások. Az első életnapokban alacsony vörösvértestszámot találunk, mely vörösvértestszám fokozatosan

1. táblázat.

Kor	Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban	Kor	Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban
2 nap.....	6	87	3·4	28 nap.....	40	75	5·2
10 „	13	—	3·6	1 hó	50	80	5·7
17 „	20	67	4·1	1 „	46	80	5·6
18 „	21	63	4·4	2 „	115	99	8·0
18 „	21	61	4·4	2 „	105	95	8·0
18 „	21	62	4·6	Kifejlett hím	300	110	9·0
21 „	27	60	5·0	„ nő	200	100	8·5
21 „	27	75	5·2	2—3 hete terhes	—	87	7·5
21 „	27	65	5·2	3—4 „ „	—	74	8·0
21 „	27	65	5·6	2 „ szült..	—	80	6·4
28 „	42	75	5·2	3 „ „ ..	—	100	7·2

növekszik. Ezzel ellentétben a születési haemoglobinérték a szopás ideje alatt fokozatosan csökken mindaddig, míg az állat anyjának tején kívül más táplálékot nem kezd enni, ami 18—20 napos korban szokott történni. Ettől az időtől kezdve a haemoglobinérték emelkedni kezd és az ablactatio után — ami az első hó végén szokott bekövetkezni — ez az emelkedés gyorsabb fokban folytatódik. Tehát a *Bunge* által felismert jelenség általános érvényessége patkányoknál is bizonyítást nyer. Kéthónapos állatnál 95—99% haemoglobint és 8 millió vörösvértestet találunk. Az értékek az első három hétben vizsgált állatoknál egy-egy állatra vonatkoznak, az ettől kezdve feltüntetett értékek hím és nőstény állatra vonatkoznak és számos vizsgálatból kiszámított középértékek. A kifejlett hím és nőstény vörösvértestszáma és haemoglobinértéke a mi vizsgálatainknál is megegyező az irodalomban talált értékekkel. Amint a táblázat végén feltüntetett értékek mutatják, a graviditás ideje alatt csökkenés áll be, amely csökkenés a szülés, illetve a szoptatás után ismét kiegyenlítődik.

A vizsgálatokhoz a vért mindig az állatok combvénájából vettük. A vizsgálatok jelentékeny részénél a vörösvértestszám meghatározása a Bürker-féle lombikmódszerrel történt. 25 mm^3 vért isotoniás sóoldattal 5 cm^3-re, tehát 200-szorosára higítottunk s ebből a higításból 25 mm^3-t vörösvértestszámoláshoz használtunk el. A megmaradó mennyiséget 2 cm^3 n/10 HCl-el haemolysáltuk és a Bausch-Lomb-féle kolorimeterrel meghatároztuk a haemoglobintartalmat. Összehasonlító oldatul egészséges felnőtt 100% Hb.-tartalmú vére szolgált. Ez az eljárás azért célszerű, mivel az aránylag kis állatoknál a vérvétel bizonyos nehézségekkel jár s így a vörösvértest- és haemoglobinmeghatározás egy vérvétellel lehetséges. A meghatározások másik része a melangeurmódszerrel, illetve a Hellige-féle haemométerrel történt.

A vizsgálatok két részre oszthatók; egyik részükben vizsgáltuk parenterálisan adott kobaltsók hatását, másik részükben per os adott fémkobaltnak a hatását. A használt kobaltsók vizes oldatát a hát bőre alá fecskendeztük be. Az injekció helyi reakciót nem okozott, egyetlenegy állatnál észleltünk a hát bőrén gyulladást, de itt is kérdéses volt, hogy ez a befecskendezéssel hozható-e összefüggésbe. Két sót használtunk: kobaltchloridot ($CoCl_2$) és kobaltnitrátot ($Co(NO_3)_2$). A kobaltchlorid arról ismeretes, hogy vizes oldatával történt írás, szobahőmérsékén színtelen, a papiros megmelegítésekor az írás kék színben tűnik elő. Ezen tulajdonságát használják fel az úgynevezett sympathetikus tinta készítésére. A kobáltnitrát az a só, amelyet *Antal* is ajánlott cyanmérgezés ellen. Mindkét só vízben jól oldódik és mi is vizes oldatukat használtuk.

Némi nehézségekkel kellett megküzdeni a dosirozásnál, mivel úgy a toxikus, mint a lethalis dosis egyaránt ismeretlen. Éppen azért, amíg a megfelelő dosist megtaláltuk, elég sok állatunk elpusztult. Érzékenyebbek voltak az állatok kobaltchloriddal szemben, melyhez viszonyítva a nitrátot sokkal jobban tűrték. A kobaltchloriddal elért eredményeink nem voltak egyöntetűek és belőlük következtetést levonni egyelőre nem lehet. A kobaltnitrát hatását jól demnostrálják a 2. táblázatban összegyüjtött példák. Amint az adatok mutatják, *a kobaltsó befecskendezésére a haemoglobinértéknek és a vörösvértestszámnak kifejezett növekedése volt megállapítható.*

2. táblázat.

Nap	Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban	Befecskendezve	Nap	Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban	Befecskendezve
1	150	105	9·4	0·15 g Co $(NO_3)_2$ +	1	160	101	9·5	0·05 g Co $(NO_3)_2$
					4	140	119	10·0	
1	180	115	9·1	0·1 g Co $(NO_3)_2$					
2	—	129	9·9	+	1	150	97	9·4	0·01 g Co $(NO_3)_2$
					2	—	—	—	0·01 g Co $(NO_3)_2$
1	150	—	—	0·1 g Co $(NO_3)_2$ +	4	140	111	9·6	
					7	135	117	10·2	
1	150	107	7·0	0·1 g Co $(NO_3)_2$					
2	—	—	—	+	1	150	98	7·0	0·01 g Co $(NO_3)_2$
					2	—	—	—	0·01 g Co $(NO_3)_2$
1	190	100	8·0	0·1 g Co $(NO_3)_2$	5	130	109	9·1	0·01 g Co $(NO_3)_2$
2	—	133	9·0		7	125	103	8·9	
4	190	93	11·8						
9	185	111	10·0	0·02 g Co Cl_2	1	190	100	8·0	0·01 g Co $(NO_3)_2$
10	165	111	8·6		2	190	116	7·4	
11	—	110	9·1		4	190	95	9·4	
12	170	104	8·9		9	200	107	10·0	0·10 g Co $(NO_3)_2$
					10	190	128	10·6	
1	150	104	9·3	0·05 g Co $(NO_3)_2$	11	—	114	9·5	
2	—	120	9·8		12	170	110	8·9	
4	120	113	9·3						
6	125	109	10·9						

A 3. táblázat az injiciált állatokhoz hasonló korú és súlyú kontrollállatoknál végzett vörösvérsejtszámolások és haemoglobinmeghatározások eredményeit tünteti fel.

3. táblázat.

Nap	Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban	Nap	Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban
1	180	103	8·8	1	150	98	9·8
3	185	106	9·9	5	150	104	8·8
6	190	100	9·6	7	148	100	8·6
9	175	104	9·4				
				1	185	100	8·6
1	150	103	8·9	2	183	100	8·4
6	150	98	8·9	3	180	101	8·5
9	155	101	8·8				

A kísérleti állatok egy másik csoportja táplálékához hozzákeverve kapta a kobaltot. Táplálékul egy rész búzalisztből, egy rész kukoricalisztből, 0·8% primaer, 0·8% secundaer nátriumfoszfátból és 1·25% kalciumkarbonátból álló keveréket kaptak. Ehhez kevertünk hozzá 2%-nyi mennyiségben porított fémkobaltot. A használt anyag 97 százalék színkobaltot, 2 százalék nikkelt, 0·5 százalék szilikátot és 0·5 százalék vasat tartalmaz. Amint a 4. táblázat értékei mutatják, azoknál az állatoknál, melyek ezt a kobaltos tápkeveréket ették, már az 5. napon lényeges eltérés volt észrevehető. Amint látható, az 1. sz. állatnál a haemoglobinérték 100-ról 121-re, újabb 4 nap mulva 135-re emelkedett. A haemoglobinnal arányosan növekedett a vörösvértestszám is 8·4 millióról 10·2, majd 11·7 millióra. Ehhez hasonlóan a 2. sz. állatnál az 5. napra

4. táblázat.

Táplálék		Sorszám	1. nap			5. nap			9. nap		
			Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban	Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban	Súly g-ban	Hb %-ban	Vvérsejt millióban
50 Búza+50 Kukorica +0·8 $Na\ H_2\ PO_4$+ +0·8 $Na_2\ H\ PO_4$+ +1·25 $Ca\ CO_3$	+ 2% Kobalt	1	140	100	8·4	120	121	10·2	110	135	11·7
		2	110	97	9·4	110	116	9·9	100	136	10·6
		3	130	96	8·3	120	118	9·9	130	112	8·8
		4	130	92	8·4	120	114	9·4	130	102	8·7
		5	130	91	8·8	135	99	8·3	150	98	8·1
		6	140	103	9·9	150	100	10·5	155	107	10·6
		7	140	102	9·5	155	99	8·9	190	87	7·5

97-ről 116-ra, újabb 4 nap alatt 136-ra, illetve 9·4 millióról 9·9-re, majd 10·6 millióra emelkedtek az értékek. Ehhez teljesen hasonló változásokat észleltünk a következő két állatnál (3., 4. sz.) is. Ezeket az állatokat az 5. napon rendes, kobaltmentes táplálékra vettük át, mire a vörösvértestszám és haemoglobinérték csökkeni kezdett, de a 9. napon még magasabb volt, mint a kísérlet elején. A következő 3 állat (5., 6., 7. sz.) az előbbiekhez hasonló korú és súlyú kontrollállat volt. Az ezekre vonatkozó értékek csak kis latitudeben változnak, kivéve az utolsó állattól származókat, mely állat időközben terhes lett s ez magyarázza a jelentékenyebb haemoglobin- és vörösvértestszámcsökkenést.

A patkány azok közé az állatok közé tartozik, amelyeknek igen élénk a haematopoesisük. Magvas vörösvérsejteket nem ritkán találunk vérükből készült készítményekben. Erre való tekintettel felmerülhet az a gondolat, hogy a kobalt hatására észlelt vérelváltozások nem olyan általános reakciói-e az állatnak, melyek minden más anyag toxikus hatására is létrejönnének. Több más nehéz fémmel folytatott vizsgálataink, melyek mind negatív eredménnyel végződtek, ez ellen szólanak.

Ha a kobaltot csak 0·5%-nyi mennyiségben keverjük a táplálékba, a létrejövő vérelváltozások ugyanazok, azonban természetesen hosszabb idő alatt fejlődnek ki. Hónapokon át folytatott ilyen mennyiségű kobalt etetése után a haemoglobin átlagosan 160—170%-ra és a vörösvértestszám átlagosan 10—11 millióra emelkedett. Ezt az emelkedést nem követi az értékek sülyedése és anaemia kifejlődése, hanem a magas értékek fennállanak az állatok haláláig. Amint azonban már említettük, a kobalt kiiktatása után a haemoglobintartalom és a vörösvértestszám a normális nívóra sülyed lassankint vissza.

Kísérleti állatainknál sokat vizsgáltuk a qualitatív vérképet is és a fehér-vérsejtek számát. Lényegesebb eltérést a normálistól ezeknél a vizsgálatoknál nem találtunk. A patkány qualitatív vérképére az jellemző, hogy fehérvérsejtjeinek kb. 80%-a lymphoid-elem. A kobalt hatására talán a granulált elemek kisfokú megszaporodása állapítható meg.

ÖSSZEFOGLALÁS.

Kobaltnitrát vizes oldatának befecskendezésére a haemoglobin és vörösvértestszám átlag 20%-kal emelkedik.

Normális táplálékhoz kevert 2% mennyiségű porított fémkobalt hatására a

haemoglobin és vörösvértestszám egy hét alatt 20—25%-nyi emelkedést mutat. Olyan állatoknál, melyek hónapokon át 0·5% fémkobaltot kaptak táplálékukkal, átlagosan 160—170% haemoglobin és 10—11 millió vörösvértest található. Ezek a magas értékek az állatok haláláig megmaradnak. A polycythaemiát nem követi olygocythaemia.

ÜBER DIE WIRKUNG DES KOBALT AUF DEN HÄMOGLOBINWERT UND DIE ROTE BLUTKÖRPERCHENZAHL.

Von Dr. Klara Waltner und Dr. Karl Waltner.

Kobaltnitrat in wässeriger Lösung subkutan eingespritzt bewirkt ein Ansteigen des Hämoglobins und der roten Blutkörperzahl mit durchschnittlich 20%. Wird einem kompletten Nährgemisch 2% pulverisiertes metallisches Kobalt beigemischt, so steigt der Hämoglobinwert und die Zahl der roten Blutkörperchen schon während einer Woche um 20—25%. Weisse Ratten, denen Monate hindurch 0·5% metallisches Kobalt mit dem Futter zugeführt wurde, zeigen durchschnittlich 160—170% Hämoglobin und 10—11 Millionen rote Blutkörperchen. Diese hohen Werte bestehen bis zum Tod der Tiere und werden von keiner Anämie gefolgt. Wird die Verabreichung des Kobalt unterbrochen, so sinken die übernormalen Werte sukzessiv auf das normale Niveau zurück.

IRODALOM. — LITERATUR.

[1] Arch. f. Hyg. 1923. 92. 77. és Zentralbl. f. Gewerbehyg. u. Unfallverhüt. 1925. 2. 16.
[2] Cpt. rend. des seanc. 83. köt., 33. sz.
[3] Orv. Hetilap, 1928. 735., 887., 974. és Deutsch. med. Wochenschr. 1928. 470.
[4] Lehrbuch der Intoxicationen. 1906. 421.
[5] Magy. Orv. Arch. 1894.
[6] Tabulae Biologicae. W. Junk, Berlin. 1925.

VIZSGÁLATOK A BALATON VIZÉNEK BAKTÉRIUMTARTALMÁRÓL.

Irta: Dr. Zih Sándor
egyet. tanársegéd.

A Balaton bakteriológiai vizsgálatának a tó topográfiai viszonyai adtak érdekességet. A tó ugyanis nagy kiterjedése dacára sekély, legmélyebb helyein is átlag csak 3 m, csak egy egész kis területen (1. sz. pont) mélyül kútszerűen 11 m-ig. Ezen körülmény folytán a tó a nyári hónapok alatt egyenletesen átmelegszik, az egyes rétegek között a hőmérsékleti eltérések minimálisak, így a mély tavaknál ismeretes nyári stagnáció és rétegződés nem jön létre, s a gyakori szelek a tó vizét újból és újból átkavarják. A nyári hónapok alatt a hőmérséklet az egész tóban nagyon kedvező a vízbaktériumokra, amelyek nagy részének az optimuma 25 C° körül van; ugyancsak kedvező az a körülmény is, hogy a tó vize a jégburok megszűnése után hamarosan finom iszaptól zavaros lesz, ami emeli a víz napfény-felfogóképességét. Kedvezőtlenül hat viszont, hogy a tó sekélysége miatt relatíve nagy területen hatnak a sugarak s a tó áramlásakor is mindig más és más réteg kerül a felszínre és érintkezik a baktericide ható napsugarakkal.

Különböző tavakban többen végeztek már quantitatív bakteriológiai vizsgálatot s általában azt találták, hogy a nyári hónapokban van a baktériumszám a minimumon és ilyenkor meglehetősen alacsony. Így például *Cramer* (1) a Zürichi-tóban 71, később *Minder* (2) ugyanott 300 baktériumot talált; a Vierwaldstätti-tóban átlag 30, a Genfi-tóban 38, a Plöni-tóban 30 volt a baktériumszám 1 cm³ vízben; magam a lunzi Unterseeben 21, az Oberseeben 15 baktériumot találtam ugyancsak a nyári hónapok alatt. A Balatonban végzett vizsgálatom célja egyrészt a quantitatív vizsgálat, másrészt pedig az volt, hogy vizsgáljam azon faktorok befolyását, melyek a víz baktériumtartalmára befolyással lehetnek.

QUANTITATIV VIZSGÁLATOK.

A vizsgálatokat július hóban végeztem. Az időjárás annyiban volt kedvező, hogy az egész hónapban pár nap kivételével derült, napsütéses idő volt, úgy hogy még a környezetből a csapadékkal a tóba kerülő szennyeződés is a minimumra csökkent. A tó hőmérséklete a hónap lefolyása alatt 21 és 24 C° között ingadozott s éjszaka sem szállt 20 C° alá.

A vízpróbákat részben az egymás utáni napokon egy-ugyanazon helyről vettem (a Biológiai Kutató-Intézet előtt lévő bójától 200 m-re befelé, ami a parttól mintegy 400 m távolságra esett), részben a tó különböző helyeiről az intézet által megállapított próbavételi pontokon. A próbavétel steril evakuált üvegcsékkel, *Ruttner*-féle (3) készülékkel történt. A bójánál vett próbákat néhány perc mulva, a távolabbi pontokról hozottakat pedig maximálisan 3 órával a vétel után leoltottam. Tenyésztésre mindig 1 cm³ vizet oltottam 1%-os szőllőcukros agarra; csi-

náltam néhány agar-zselatinás tenyésztést is összehasonlítás céljából, azonban a két táptalajon kb. ugyanannyi csira nőtt. A tenyésztést szobahőmérsékleten, 25—27 C°-on végeztem s az eredményt a leoltás után 48 órával olvastam le lupával. Az eredményt két táblázatba foglaltam össze. Az I. táblázat mutatja a bójánál az egymás utáni napokon kapott értékeket, a II. pedig a tó különböző pontjain vett próbákét.

Mint a táblázatokból látszik, a Balaton is a nyári hónapok alatt kevés baktériumot tartalmaz: a bójánál vett próbákban maximálisan 51 baktériumot találtam, de csak egy esetben. Az átlagos szám 13. Magasabb értékeket kaptam egyes, a tó különböző helyein vett próbáknál, így például az I. pontnál. Szükséges azonban megjegyezni, hogy ez a pont meglehetős közel esik a parthoz, a tó két medencéje között középen fekszik, s ott állandó, a próbavételkor is érezhető, áramlásban volt a víz. Ugyancsak magas értékeket kaptam a 7., 9. és 10. pontoknál július 18.-án. Ezek a pontok is közel fekszenek a parthoz, a víz sekély, azonkívül a próbavétel idején erős szél volt, ami a vizet erősen felkavarta, úgyhogy az ott kapott értékeket nem lehet beszámítani az átlagos számokba.

A vízétől egészen eltérő viszonyokat mutat az *iszap*. Már a Lunzi-tó bakteriológiai vizsgálatainál kimutattam,[4] hogy mennyire különböznek bakteriológiai szempontból is a viszonyok a vízben és az iszapban nemcsak quantitatíve, hanem qualitatíve is, ami az ott lévő speciális életviszonyokra vezetendő vissza. A víz baktériumszegénységével szemben az iszap a Balatonban is minden helyen bőven tartalmazott baktériumokat. A baktériumszám az iszapban a bójánál 251 és 2110 között, a különböző pontokról vett próbákban 128 és 1645 között ingadozott. Az ingadozásnak azonban itt semmi jelentősége nincs, mert az csak arra vezethető vissza, hogy a nem precíz iszapkivételi módnál egyszer hígabb, másszor sűrűbb iszap került leoltásra. A sűrű iszappróbákból itt is mindig 1000 körüli csira tenyészett ki.

Mások voltak azonban a *qualitatív viszonyok*, mint a Lunzi-tóban. Ott ugyanis az iszapból csaknem tiszta tenyészetben a bac. mycoides nőtt ki, a Balatonban pedig, bár a telepek nagy százalékát szintén a bac. mycoides adta, másfajta baktériumok is bőven fordultak elő. A bac. mycoidest a vízben magában itt sem találtam meg.

Arranézve, hogy a többi, az iszapban előforduló baktérium állandó lakója-e az iszapnak, vagy csak mechanikusan süllyedt-e oda le s esetleg spóra-alakban vegetál ott, további vizsgálatok szükségesek.

A BAKTÉRIUMOK SZAPORODÁSÁNAK FAKTORAI.

A kísérletem további célja az volt, hogy a baktériumok *növekedésére és szaporodására ható faktorok* hatásosságát vizsgáljam, amelyek befolyásának köszönhető, hogy a baktériumok nem szaporodnak el nagyobb mértékben. A következőkben ezért a *napfény*, a *táplálék* és a *hőmérséklet hatását* vizsgáltam, mint amelyeknek fontosabb befolyást tulajdoníthatunk.

A metodikám a következő volt: steril üvegekben vettem a tóból, általában 1 méter mélységből, vizet s azt vagy azonnal, vagy néha, hogy a baktériumok kissé felszaporodjanak, 8—10 óra mulva dolgoztam föl a következőképen: a vízpróbából először is néhány agar-tenyészetre 1—1 cm^3-ot oltottam kontrollképen, majd 4 kémcsőből álló kísérleti sorozatokat állítottam fel. Minden egyes kémcsőbe 10—10 cm^3

vizet öntöttem. Az első kémcsőhöz (III. tábl. 1. kémcső) semmit sem tettem, a második kémcsőhöz (III. tábl. 2. kémcső) a vízhez 0·5 cm^3 bouillont öntöttem, a harmadik kémcsőhöz (III. tábl. 3. kémcső) ismét semmit sem adtam, ellenben a fény kizárása végett staniollemezbe burkoltam, végül a 4. kémcsőhöz 0·5 cm^3 bouillont öntöttem és staniolpapírba is burkoltam. A kémcsöveket aztán steril paraffinba áztatott vattadugóval bedugtam s leparaffinoztam. A sorozatok közül az elsőt 5—10 cm^3-re a víz felszíne alá helyeztem (I. sorozat), a másodikat 2 m-re a víz felszíne alá (II. sorozat), a harmadikat a szobában, egy a napsütésnek egész napon át kitett helyre az ablakba tettem, a negyedik sorozatot, amelyik csak két kémcsőből állott: 1., pusztán a víz, 2. víz és 0·5 cm^3 bouillon, 37 C°-os thermostatba tettem. Az 1—8. kísérlet 72 óráig, a 9. 7 napig, a 10. 8 napig, 11. és 12. pedig 10 napig maradt ott s aztán mindenik kémcsőből egy cm^3-t oltottam agarra a szokásos módon s a telepeket 48 óra mulva számoltam le lupával. Természetesen a leoltáshoz a baktériumok nagymérvű elszaporodása miatt higításokat kellett használnom.

Az említett berendezés mellett az 1 kémcsőben a baktériumok csaknem ugyanolyan körülmények közé kerültek, mint a vízben élők, a második kémcsőben a napfény hatásának megtartásával bőségesen jutottak táplálékhoz, a harmadik kémcsőben az eredeti viszonyok megtartásával a napfény hatását zártam ki, a negyedik kémcsőbe végül a napfény hatásának kizárása mellett még táplálékot is adtam. Az I. (III. tábl.) és II. sorozatok a víz különböző rétegében lévő viszonyokat voltak hivatva eldönteni. Ezen a két helyen a víz hőmérséklete alig különbözött, a kísérletek tartama alatt 20—24 C° között ingadozott, ami a vízbaktériumok nagyrészének a számára igen kedvező. A III. sorozatban, a magasabb hőmérséklet — átlag 30 C° — hatása a víz napfényvisszaverő és -elnyelő hatásának kizárásával, végül a IV. sorozatban a 37 C° hőmérséklet befolyása látszik. A kapott eredmények a III. táblázatban vannak feltüntetve. A táblázatokban az 1—4-el jelölt kémcsövekben a fentebb leírt próbák voltak, a táblázatokban az ugyanolyan számú kísérleti sorozatok ugyanazon vízpróbából ugyanazon időben lettek felállítva.

A táblázatokból elsősorban az tűnik fel, hogy az 1. kémcsövekben is, ahol a tóvízhez semmi tápanyagot nem tettem s a napfény hatásának is ki voltak téve, a baktériumok 72 óra alatt az eredeti szám 20—30-szorosára, 8—10 nap alatt pedig 400—500-szorosára szaporodtak föl. Higiéniai vizsgálatokból régóta ismeretes már, hogy ha kútvizet veszünk bakteriológiai vizsgálatra, azt 4—5 óra alatt le kell oltani, mert különben quantitatíve teljesen használhatatlan értékeket kapunk. Ezekben a kísérletekben is látszik, hogy a baktériumok, habár máskülönben teljesen ugyanazon viszonyok között éltek, mint a tóban, eprouvettába zárva, szaporodni kezdenek. Ezt a jelenséget csakis *Dornonak* azon ismert észlelésével hozhatjuk összefüggésbe, hogy a közönséges üvegek az ultraviola sugarak legnagyobb részét felfogják. Ebből az okból végeztem néhány kísérletet quarc-eprouvettában is, amelyekben 72 óra alatt vagy nem, vagy csak jelentéktelenül szaporodott a baktériumszám.

A III-as kémcsövekben, ahol a fény hatását staniollemezzel teljesen kizártam, ugyancsak elszaporodtak a baktériumok, a szaporodás foka azonban nem volt sokkal nagyobb, mint az 1-es kémcsövekben, annak maximálisan 2½-szerese. Úgy látszik, hogy a közönséges üveg, ha fölötte még csekély vízréteg is van, a hatásos sugarak igen nagy részét felfogja.

Érdekes megfigyelni a III. sorozatban feltüntetett kísérleteket. Ebben a kísérleti sorozatban szobahőmérsékleten a napfény hatásának kitett helyen az I-es kémcsövekben a szaporodás jóval alacsonyabb, mint a megfelelő előbbi sorozatokban. Itt az eredeti szám 4—5-szörösére szaporodnak csak fel a baktériumok, a III-as számú kémcsőben azonban csaknem ugyanazon számokat kapjuk, mint az előbbi kísérleti sorozatban. Úgy látszik, ezen kísérleti berendezés mellett a napfény hatása jobban érvényesül, mint a vízben.

A táplálékmennyiség, mint a 2-es és 4-es kémcsövekben kapott értékeknél látszik, úgyszólván a legjelentősebb momentum a baktériumoknál. Az állandóan 100-on aluli baktériumszám 1 millión felülire emelkedik, ha egy kevés bouillont is adunk a vízhez. A fénytől is elzárt eprouvettákban itt is többnyire valamivel magasabb értékeket kaptam, azonban a differencia nem jelentős. Ezeket a kísérleteket közönséges üveg-eprouvettákban végeztem, úgy, hogy arra nézve, hogy a napsugarak hatása mennyire tudja ellensúlyozni a táplálékbőség kedvező hatását, még további vizsgálatok szükségesek.

Végül a IV. kísérleti sorozatban kapott eredmények azt bizonyítják, hogy a 37 C°-on való tenyésztés nem kedvező a vízben lévő baktériumokra. A baktériumok szaporodásnak indultak ott is, azonban ez a szaporodás jóval kisebb fokú volt, mint a víz hőmérsékletén tartott megfelelő kísérleti sorozatban. Látszik ez különösen az 1-es kémcsőben, de a 2-es — bouillont tartalmazó — kémcsőben is alacsonyabb értékeket kaptam.

Ezek szerint a vízben a baktériumok elszaporodását gátló két legfontosabb faktor, a táplálékhiány, s nyáron a napfény baktericid hatása.

ÖSSZEFOGLALÁS.

1. A Balaton-tó baktériumtartalma július hóban csekély; átlagos szám 1 cm^3 vízben, 48 órás agar-tenyészetben 13, maximális szám 51.

2. Az iszap igen bőven tartalmaz baktériumokat, átlag 1000-en felül van a csiraszám 1 cm^3-ben. Qualitatíve sok a bacillus mycoides benne.

3. Megfelelő kísérleti sorozatban vizsgálva, az látszik, hogy a táplálékhiány és a napfény baktericid hatása azok a faktorok, amelyek a baktériumok elszaporodását megakadályozzák.

Tabelle I. táblázat.

(Próbavétel a bójánál. — Probeentnahme an der Boje vor dem Institut)

Dátum	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	Iszap Schlamm	C°
VII. 5.	10	7	9	15	—	950	24—23·6
VII. 6.	9	6	8	17	—	310	22·8—22·6
VII. 6.	11	8	17	16	31	510	24·8—22·6
VII. 7.	28	13	16	9	11	390	22·5—22·4
VII. 9.	14	9	6	7	6	742	22·5—22·5
VII. 11.	8	11	4	9	7	251	24—23·8
VII. 16.	5	9	7	14	8	648	24·3—24·2
VII. 16.	7	5	12	8	14	1120	23·9—23·9
VII. 18.	18	12	7	8	—	314	22·7—22·3
VII. 19.	9	11	15	17	29	870	24·5—24·3
VII. 23.	21	15	34	29	18	2110	23·1—22 8
VII. 26.	51	—	16	—	—	632	—
VII. 27.	37	—	—	13	—	754	—

Tabelle II. táblázat.

(A tó különböző pontjain vett próbák.) — Proben an verschiedenen Punkten des Sees.*)

Számú pont	Dátum	0 m	1 m	2 m	3 m	5 m	7 m	9 m	Iszap
1	VII. 25.	72	89	—	17	106	57	187	1645
1	VII. 26.	11	29	—	16	21	—	18	960
2	VII. 22.	28	17	21	—	—	—	—	730
3	VII. 26.	41	—	7	—	—	—	—	1520
4	VII. 10.	11	—	8	7	—	—	—	187
6	VII. 7.	39	—	16	13	—	—	—	650
7	VII. 18.	84	63	—	—	—	—	—	211
8	VII. 10.	14	9	—	17	—	—	—	237
9	VII. 18.	72	89	—	8	—	—	—	128
10	VII. 18.	68	22	—	—	—	—	—	820
11	VII. 7.	9	6	—	—	—	—	—	1210

* A pontok elnevezését l. a 32. oldalon. — Die Numerierung der Punkte S. in der Tabelle auf S. 32

Tabelle III. táblázat.

Kísérlet száma Vers. Nr.	Baktérium-szám kísérlet előtt Bakterienzahl am Anfang	I. kémcső I. Röhre	II. kémcső II. Röhre	III. kémcső III. Röhre	IV. kémcső IV. Röhre
		I. sorozat. — I. Reihe.			
		(5—10 cm.-re a víz felszíne alatt. — 5—10 cm unter der Oberfläche.)			
1.	72	2.650	3·51 M*	7.760	7·51 M
2.	47	1.310	4·21 M	1.640	6 71 M
3.	6	290	1·21 M	624	3·24 M
4.	24	780	2·51 M	943	2·62 M
5.	31	622	2·67 M	879	3·45 M
6.	39	1.320	3·48 M	1.270	4·61 M
7.	28	867	2·93 M	946	2·86 M
8.	16	575	3·86 M	788	4·92 M
9.	56	69.200	25·8 M	21.200	13·7 M
10.	73	24.700	13·8 M	25.400	17·5 M
11.	67	768.000	86·9 M	109 M	96·4 M
12.	33	16.300	37·6 M	17.800	36·8 M
		II. sorozat. — II. Reihe.			
		(2 m.-re a víz felszíne alatt. — 2 m unter der Oberfläche.)			
1.	72	1.870	4·22 M	6.480	5·17 M
2.	47	1.140	3·57 M	1.320	4·16 M
3.	6	237	2·34 M	392	2·27 M
4.	24	978	3·24 M	1.430	3·56 M
5.	31	780	3·15 M	910	4·76 M
6.	39	853	4·53 M	1.645	3·98 M
7.	28	1.130	3·56 M	1.657	5·48 M
8.	16	355	2·64 M	632	1·86 M
9.	56	23.500	18·5 M	3.170	43·7 M
10.	73	1.920	15·7 M	2.610	18·4 M
11.	67	247.000	68·3 M	59.200	71·7 M
12.	33	18.700	48·5 M	19.000	46·7 M

* M = 1,000.000.

Tabelle — III. Táblázat. (Folytatás — Fortsetzung)

Kísérlet száma Vers. Nr.	Baktériumszám kísérlet előtt Bakterienzahl am Anfang	I. kémcső I. Röhre	II. kémcső II. Röhre	III. kémcső III. Röhre	IV. kémcső IV. Röhre
		III. sorozat. — III. Reihe.			
		(Szobahőmérsékleten az ablakban. — Bei Zimmertemperatur am Fenster.)			
1.	72	260	2·7 M	4650	5 31 M
2.	47	181	1·47 M	6700	2·35 M
3.	6	48	670.000	1130	1·53 M
4.	24	126	1·65 M	1360	2·85 M
		IV. sorozat. — IV. Reihe.			
		(37 C°-os thermostatban. — Bei 37 C° im Thermostat.)			
1.	72	181	1 48 M	—	—
2.	47	375	3·86 M	—	—
3.	6	25	2·18 M	—	—
4.	24	64	1·26 M	—	—
5.	31	484	3·22 M	—	—
6.	39	740	1·91 M	—	—
7.	28	395	654.000	—	—
8.	16	48	5·47 M	—	—
9.	56	854	3·64 M	—	—
10.	73	1620	4·25 M	—	—
11.	67	8970	28·6 M	—	—
12.	33	1460	3·11 M	—	—

BAKTERIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN DES BALATONWASSERS.

Von Dr. A. Zih.
Assistent am allg. pathol. Inst. der Universität in Debrecen.

Die bakteriologische Untersuchung des Balatons bietet viel Interessantes, durch die Eigenart seines topographischen Verhaltens. Bei einer Durchschnittstiefe von 3 m und einer maximalen Tiefe von 11 m auf einem ganz kleinen Punkt, hat er eine sehr grosse Ausdehnung. Während der Sommermonate wird das Wasser gleichmässig erwärmt, die Temperatur-Differenzen zwischen den einzelnen Schichten sind minimal und die bei grossen Seen bekannten sommerlichen Schichtenbildungen kommen nicht zu stande, um so weniger als die häufigen Winde das Wasser des Sees immer von neuem vermischen. Die Wassertemperatur ist im Sommer sehr günstig für das Bakterienwachstum, dessen Optimum um 25 C° liegt. Ungünstig dürfte wirken, dass infolge der Seichtheit des Sees die Sonnenstrahlen auf ein relativ grosses Gebiet wirken und durch die Strömungen immer wieder andere Schichten der baktericiden Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt werden.

Nach verschiedenen bakteriologischen Untersuchungen in verschiedenen Seen, ist die Bakterienzahl im Sommer am kleinsten. So fand *Cramer* (1) im Züricher See 71, Minder (2) ebenda 300, ferner im Vierwaldstätter See 30, im Genfer See 38, im Plö-

ner See 30 Bakterien pro 1 cm^3. Ich selbst habe (4) im Lunzer-Untersee 21 und im Obersee 15 Bakterien gefunden, ebenfalls in den Sommermonaten.

Die folgenden Untersuchungen im Balaton waren einerseits quantitativer Natur, andererseits bezweckten sie einen Einblick über die, die Bakterienzahl regulierenden Verhältnisse zu bekommen.

QUANTITATIVE UNTERSUCHUNGEN.

Die Untersuchungen wurden im Juli 1928 ausgeführt. Mit Ausnahme weniger Tage war sonniges Wetter. Die Wassertemperatur bewegte sich zwischen 21—24° C und sank auch nachts nicht unter 20° C. Probeentnahme geschah zum Teil an einem Fixpunkt, 400 m vom Institut innerhalb des Sees, zum Teil von verschiedenen Punkten, die über den ganzen See verteilt waren. Die Probeentnahme geschah mittelst evacuierter steriler Röhrchen, welche automatisch geöffnet wurden. Die Proben wurden falls sie von dem Punkt vor dem Institut stammten sofort, falls sie von weiter herkamen, spätestens nach drei Stunden abgeimpft. 1 cm^3 Wasser wurde mit 1% Trauben-Zuckeragar, bzw. Agargelatine vermischt. Züchtung bei Zimmertemperatur, zwischen 25—27° C. Ablesung nach 48 Stunden. Die Ergebnisse sind in den obigen Tabellen zusammengestellt.

Es geht hieraus hervor, dass auch das Balatonwasser in den Sommermonaten bakterienarm ist. In den Proben vor dem Institut wurden im Durchschnitt 13, einmal maximal 51 Bakterien gefunden; höhere Werte wurden gelegentlich an anderen Punkten des Sees gefunden. So zum Beispiel am Punkt 1, wo beständige Strömungen herrschten. Die hohen Werte von Punkt 7, 9, 10 vom 18. VII. stammen vielleicht daher, dass auch an diesen Punkten das Wasser seicht war und an diesen Tagen stärkerer Wind herrschte. Ganz andere Verhältnisse, wie das Wasser, zeigt der Schlamm. Ich habe schon am Lunzer See gezeigt, welch grosse Unterschiede sowohl qualitativ, wie quantitativ zwischen Wasser und Schlamm bestehen. Auch im Balaton ist der Schlamm gegenüber dem Wasser sehr reich an Bakterien. Ihre Zahl geht bis zu 2110 pro cm^3, beträgt aber immer über 100. Die ziemlich grossen Schwankungen in den Zahlen haben keine besondere Bedeutung, weil die Schlammproben, je nach dem, wie die Probeentnahme gelang, mit mehr oder weniger Wasser vermischt waren.

Während ich im Lunzer See aus dem Schlamm Bacillus mycoides fast in Reinkultur züchtete, kamen im Balaton neben zahlreichen Kolonien von Bacillus mycoides auch andere Bakterien reichlich vor. Bacillus mycoides habe ich auch hier im Wasser nicht gefunden. Eine nähere Analyse der verschiedenen Arten behalte ich mir für später vor.

WACHSTUMSBEDINGUNGEN DER BAKTERIEN.

Im Weiteren habe ich Versuche angestellt, um die Bedingung kennen zu lernen, weshalb die Bakterien im Balatonwasser sich nicht stärker vermehren. Die Faktoren, welche das Bakterienwachstum hier beeinflussen können, sind Sonnenschein, Nahrung, Temperatur.

Zu diesen Versuchen habe ich in sterile Gläser aus 1 m Wassertiefe Proben genommen und diese entweder sofort, oder erst nach 8—10 Stunden abgeimpft, wie folgt: Erstens wurden einige Agarplatten mit je 1 cm^3 Wasser gegossen, um mich über den Bakteriengehalt der Probe zu orientieren. Dann wurden Versuchsreihen mit je 4 Reagenzröhrchen aufgestellt. In jede kam 10 cm^3 Wasser. Zum zweiten kam 0·5 cc Bouillon um die Ernährungsverhältnisse zu verbessern und ebenso in das 4. Reagenzrohr. Es wurde dann Reagenzröhre 3 und 4 mit Staniolpapier umgeben, um Lichtwirkungen auszuschliessen. Alle wurden mit steriler Watte verschlossen, abparaffiniert und dann die verschiedenen Reihen in folgender Weise weiter behandelt: die eine Reihe von 4 Reagenzröhrchen kam in den Balaton in eine Tiefe von 5—10 cm unter der Oberfläche, die zweite Reihe ebenda in eine Tiefe von 2 m, die dritte Reihe wurde im Zimmer dem Sonnenschein ausgesetzt, die vierte Reihe kam in den Thermostat bei 37° C. Im Versuch 1—8 habe ich diese verschiedenen Proben 72 Stunden lang, im Versuch 9 sieben Tage lang, im Versuch 11—12 zehn Tage lang an diesen Plätzen gehalten und dann in jedem der Reagenzröhren eine Bakterienzählung vorgenommen. Letztere wurde mit je 1 cm^3 in Agar ausgeführt. War die Vermehrung sehr stark, so wurden natürlich Verdünnungen angewendet.

In allen Versuchsreihen (S. Tabelle III.) waren im ersten Reagenzrohr die Bakterien unter denselben Verhältnissen, wie im Wasser. Im zweiten Reagenzrohr war das Milieu viel reicher an Nahrung. In dem dritten und vierten Reagenzrohr waren mit wenig und mit viel Nährstoff die Wirkungen des Lichtes ausgeschaltet. In der ersten Versuchsreihe (Tabelle III.) befanden sich alle vier Röhren im Wasser in einer Tiefe von 5—10 cm bei einer Temperatur von 20—24° C, in der zweiten Versuchreihe in 2 m Wassertiefe; die Temperatur war dieselbe. In der dritten Versuchsreihe, im Fenster des Laboratoriums, herrschte etwa 30° C, während die vierte Reihe in einen Thermostat bei 37° C kam. Vers. 1—8. ist 72 Stunden, 9. sieben Tage, 10. acht Tage, 11. und 12. zehn Tage gezüchtet. Wie aus den Tabellen (Versuchsreihe 1—4) hervorgeht, zeigt sich das folgende: in dem Reagenzrohr No. I., in welchem das unveränderte Balatonwasser untersucht wurde, haben die Bakterien sich in 72 Stunden 20 bis 30-fach, in 8—10 Tagen 400—500-fach vermehrt. Es zeigt sich, dass innerhalb des Reagenzrohres ein Faktor fehlt, welcher im freien See die Bakterienvermehrung hindert und man würde nicht fehl gehen mit der Annahme, dass es die Absorption der ultravioletten Strahlen durch das Glas des Reagenzrohres ist, welche dadurch den stärksten hemmenden Faktor fortschafft.

Um das zu kontrollieren, habe ich in einigen Versuchen denselben Versuch in einer Quarzreagenzröhre gemacht, welche bekanntlich diese Strahlen durchlässt; nach 72 Stunden hatten die Bakterien sich kaum vermehrt.

Es ist demnach nicht zu verwundern, dass auch in dem mit Staniol vom Licht geschützten Reagenzrohr III. die Bakterien sich nicht wesentlich stärker vermehrten, als in den dem Licht ausgesetzten Reagenzrohr, höchstens etwa 2½-mal so stark. Das gewöhnliche Glas hatte eben schon den grössten Teil der ultravioletten Strahlen absorbiert. Wurden aber die Reagenzröhrchen dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt, so hat sich die hemmende Wirkung am stärksten gezeigt. (Versuchsreihe III.) Die Bakterien vermehren sich kaum 4—5-fach, so, dass man annehmen muss, dass schon

die Wasserschichte von 10 cm, bzw. 2 m wesentliche Mengen der ultravioletten Strahlen absorbiert hat und deshalb dort das Wachstum immer besser war.

In allen Versuchsreihen war die Bakterienzahl weitaus am grössten im Reagenzrohr II. und IV., in welches Bouillon hinzu gefüllt worden war; hier hat sich die Bakterienzahl über eine Million erhöht; dabei war es ohne wesentlichen Einfluss, ob das Reagenzrohr vom Licht geschützt war oder nicht. Auch hier absorbiert das Glas schon die schädlichen Strahlen.

Wie aus der Versuchsreihe IV. hervorgeht, ist die Temperatur von 37° C ungünstig für die Wasserbakterien.

Nachdem die hohe Temperatur von 37° C als Lebensfaktor im Wasser nicht in Betracht kommt, ist von den untersuchten Faktoren einesteils die relative Armut an Nährsubstanz, andererseits die baktericide Wirkung der Sonnenstrahlen die Ursache, welche das Bakterienwachstum im See hemmt. Es genügt diese Strahlung einfach durch gewöhnliches Glas auszuschalten, um unter sonst genau denselben Verhältnissen eine bedeutende Vermehrung der Wasserbakterien zu erhalten.

ZUSAMMENFASSUNG.

1. Die Bakterienzahl des Balatons ist im Monate Juli gering; sie beträgt in 1 cm^3 Wasser in 48-stündiger Traubenzucker-Agarkultur 13, maximal 51.

2. Im Schlamm sind pro cm^3 mehr als 1000 Bakterien enthalten.

3. In verschiedenen Versuchsreihen wird gezeigt, dass im Wesentlichen die ultraviolette Strahlung, neben einem relativen Nahrungsmangel, die Ursache für das geringe Bakterinwachstum ist.

IRODALOM. — LITERATUR.

1. Cramer citiert nach Thieman-Gärtner. Hdb. d. Unters. u. Beurt. des Wassers. S. 487—594.
2. Minder, Zur Hydrophysik d. Züricher u. Walensees. Arch. f. Hydrobiol. XII. 1920.
3. Ruttner: Abderhalden. Hdb. d. Biol. Arb. Meth. 9, 2, 39.
4. Megjelenés alatt. (Erscheint demnächst.)

LEVEGŐELEKTROMOSSÁGVIZSGÁLATOK TIHANYBAN.

Irták: Dr. Belák Sándor a közegészségtan tanára
és Dr. Gärtner István tanársegéd a debreceni Tisza István egyetemen.

A gázok természetes állapotukban az elektromosságot nem vezetik, de bizonyos külső behatások (ionizátorok) alatt vezetőkké válnak olyképen, hogy pozitív és negatív töltésű anyagrészecskék, ionok képződnek, melyek valamely elektromos mezőben töltésük előjele szerint az erővonalak irányával megegyező vagy ellenkező irányban mozognak. Az ionoknak ez a mozgása, illetve mozgási sebessége azok nagyságától (átmérőjétől) és az őket mozgásban tartó elektromos erő nagyságától függ.

A kis, könnyen mozgó (mól) ionok mozgási sebessége — pormentes levegőben vizsgálva — általában 1—2 cm/sec. 1 Volt pr. cm elektromos mezőben. A komplex (Cluster) theória alapján felveszik azonban, hogy a kis ionok is molekulák csoportjából állanak, melyek egy töltéssel bíró centrális molekula körül helyezkednek el. A nehéz vagy nagy ionok a kis ionokból keletkeznek azáltal, hogy egy kondenzációs magra (por, ködrészecske) több pozitív vagy negatív töltésű, könnyen mozgó ion rakódik. Az így keletkezett ionok (Langevin-ion) tömege és átmérője — viszonyítva a kis ionokéhoz — igen nagy lehet. Mozgási sebességük ennélfogva igen kicsi. A legnagyobb ionok sebessége 0·0005 cm/sec.: Volt cm, a legkisebbeké pedig átlagban 0·01. E két véglet között sorakoznak az intermediaer ionok. A nagy, nehezen mozgó ionok főleg a poros, füstös városi levegőben — de alkalomadtán a tiszta falusi levegőben is — fordulnak elő nagy számban.

A levegő elektromos állapota jól jellemezhető a vezetőképességgel. A totális, illetve specifikus vezetőképesség:

$\Lambda = \epsilon (n_+ k_+ + n_- k_-)$, ahol n_+ és n_- a pozitív és negatív ionok száma pro cm^3, k_+ és k_- az ionok mozgási sebessége, ϵ pedig az úgynevezett elemi quantum, azaz egy ion töltése. Mivel azonban:

$\Lambda = \lambda_+ + \lambda_-$, vagyis a totális vezetőképesség a pozitív és negatív ionok által eredményezett vezetőképességek összege, ezért a poláris pozitív, illetve a poláris negatív vezetőképesség:

$$\lambda_+ = \epsilon\, n_+\, k_+$$
$$\lambda_- = \epsilon\, n_-\, k_-$$

A fenti képlet a vezetőképességre vonatkozólag annyiban nem pontos, hogy a levegőben jelenlevő ionok különböző nagyságúak és így különböző mozgási sebességgel bírnak. k_+ és k_- nagysága továbbá még a potentiálesés nagyságával is változik. Tekintetbe véve azonban a nagy ionok csekély mozgási sebességét, amely kb. ezerszer kisebb, mint a kis ionoké és számát, mely viszont sokszor ötvenszerese a kis ionokénak, ezek alapján a nagy ionok által eredményezett vezetőképesség legfeljebb

5%-át teszi ki a kis ionok okozta vezetőképességnek. A falusi tiszta levegőben, ahol a nagy ionok sokkal csekélyebb számban fordulnak elő, az általuk eredményezett vezetőképesség még kisebb lesz. A levegő a vezetőképességét ezek alapján tehát főleg a kis, könnyen mozgó ionok jelenlétének köszönheti. A fenti képletben pedig k helyébe egy középérték helyettesíthető, mely a kis, könnyen mozgó ionok sebességénél csak kevéssel kisebb.

Mint látjuk, a vezetőképességet az ionok száma és azoknak mozgási sebessége együttesen eredményezi ugyan, de azért már pusztán az ionok számának meghatározása révén is betekintést nyerünk a levegő elektromos állapotába, mert az ionszám és a vezetőképesség párhuzamosan halad.

Hogy n_+ és n_- értékét megkapjuk, mi az Ebert—Wulf ionszámlálókészüléket használtuk. A készülék lényeges alkotórésze a Wulf-elektrométer, mely két izoláltan elhelyezett kvarcfonálból áll. A kvarcfonalak felülete katódsugarakkal vezetővé van téve, így azok — egynemű elektromossággal feltöltve — egymástól távolodni fognak. A kitérés nagysága mikroszkópon leolvasható. A készülék fémburkának felső végén egy kb. 40 cm hosszú és 3 cm belátmérőjű fémcső emelkedik ki, melynek tengelyébe egy fémpálca (kollektor) helyezhető el, mely a kvarcfonalakkal vezetőleg összeköttetésben áll. A fémpálca és a kvarcfonalak egy Zamboni száraz oszlop segítségével tetszés szerinti potentiálra feltölthetők. A fémburkolat, illetve a fémcső földelve van s így ez utóbbi a fémpálcával és a közöttük levő szigetelő léghengerrel együtt kondenzátort képez. Egy óraszerkezettel hajtott turbina segítsévével állandó sebességgel levegőt áramoltathatunk a fémcsövön keresztül, melynek mennyiségét egy a csőbe beépített anemométeren leolvashatjuk. Ha a fémkollektor töltése eredetileg pozitív volt, akkor az átáramoltatott levegő elveszti negatív töltését és viszont. A rendszer potentiálja ezért csökken. Hogy az elektrométerben egy mérhető csökkenést nyerjünk, kb. 10 percig kell a csövön levegőt átszivatni. Az 1 m^3 levegőben jelenlevő ionok töltését a következő egyenlet fejezi ki:

$$E = n \cdot \epsilon = \frac{C \cdot (V_0 - V_1)}{M \cdot 300};$$

ahol C az elektroszkóp és a vele összeköttetésben álló fémkollektor kapacitása, $V_0 - V_1$ a potentiál nagysága a kísérlet elején és végén, ill. a potentiálveszteség, $V_0 - V_1/300$ a potentiálveszteség elektrostatikai egységben kifejezve, M pedig a 10 perc alatt átáramoltatott levegő mennyisége m^3-ben. Ha a kondenzátornak pozitív, illetve negatív töltést adunk: E_- illetőleg E_+ értékeket nyerünk. Az unipolaritás nagyságát $Q = E_+/E_-$ képlet fejezi ki. $E_+ - E_-$ pedig a szabad pozitív töltések túlsúlyának (1 cm^3-ben) felel meg.

Mivel azonban $E = n \cdot \epsilon$, ezért a keresett ionszám $n = E/\epsilon$; ahol ϵ az elemi kvantum, azaz egy ion töltése, mely pontos laboratóriumi mérések alapján $4{\cdot}77 \cdot 10^{-10}$ elektrostatikai egység.

Kísérletünkben mi a rendszert mindig 200 Voltra töltöttük fel, amely feszültségnél a kondenzátor — egyenletes levegőátáramoltatást feltételezve — az összes kis, könnyen mozgó ionokon kívül még az intermediaer és nagy ionoknak egy csekély százalékát is elfogja. Az eredmények értékelésénél ez tehát tekintetbe veendő.

A megfigyeléseket a biológiai intézet udvarán végeztük, teljesen szabadban. A készüléktől nyugatra mintegy 25—30 m-re emelkedik az épület, míg északra és délre a Balaton, illetve annak partszegélye, keletre pedig ugyancsak 25—30 m-re a

Balaton fekszik. A készülék tehát északi, déli és keleti szelek járásának ki volt téve, míg a nyugati szeleket az épület, illetve az azon túl emelkedő, fákkal benőtt hegy, melyen az apátság és a falu épült, fogja fel. Megfigyeléseket esős időben is végeztünk, amikor a készüléket egy kb. 4 m² területű bódéban állítottuk fel, melynek oldalai nem voltak, teteje pedig 4 faoszlopon nyugodott, így a levegő járását nem akadályozta. Nagyobb eső, esetleg vihar alkalmával azonban a bódé nem nyujtott elég védelmet, ezért megfigyeléseinket csak kisebb, enyhe esőzésekre terjesztettük ki.

Ami az Ebert—Wulf-készülék felállítását illeti, még a következőket jegyezzük meg. A készülék földelésére egy kb. 2—2·5 m hosszú vasrúd szolgált, melyet a földbe leverve a készülékkel vezetőleg összekötöttünk. Ilyen mélységben, tekintve a Balaton közelségét, már talajvízre bukkantunk, ami a földvezetés tökéletességét biztosította. A szabadban felállított és leföldelt készülék azonban a földfelszínnek egy erősen kiugró pontját képezi, mely az atmoszféra elektromos mezejében olyan változást létesít, hogy az erővonalak megsűrűsödnek. Ez a körülmény hozza létre az ú. n. elektródhatásokat, amelyek abban nyilvánulnak, hogy a készülék közelében — normális potentiálesést feltételezve — a pozitív ionok száma megszaporodik, míg a negatívoké megcsökken (pozitív unipoláris réteg). *Schwann* beható mérései és számításai alapján 30—120 Volt/m potentiálnál n_- 17—27%-al kisebb értéknek adódhatik. Számítások szerint ez az influentiahatás 15—20 m magasságban már nem jut érvényre. 15 m magas tornyon végzett méréseknél a $Q = n_+/n_-$ tényleg megközelítőleg 1. (Gockel.) Ezen zavaró elektródhatás kiküszöbölésére ajánlják ezért a szabadban felállított készüléket egy bőkötésű drótházóval körülvenni, amely földelve van. Mi ilyen drótházót nem alkalmaztunk, ezért a táblázat eredményeihez a potentiálesés ingadozásai szerint még 17—27% hozzászámítandó lenne. A drótháló alkalmazásának mellőzését menti azonban azon körülmény, hogy nemcsak a leföldelt készülék, hanem a földfelszín minden egyéb kiemelkedései, mint fák, bokrok, maguk az emberek is hoznak létre elektródhatásokat, zavarják az erővonalak irányát és az ionok elhelyezkedését. Mivel pedig mi a továbbiakban az ionhatásoknak biológiai vonatkozásait akarjuk kutatni, éppen ezért ezen „zavaró körülményeket" is, melyek tehát mindig és mindenütt jelen vannak, számításunk keretébe akarjuk vonni.

Mivel a légkör és földfelszín között uralkodó potentiálesés nagysága és annak változása az ionok eloszlására s azok mozgási sebességére nagy befolyással van, ezért az ionmérések után mindig meghatároztuk a potentiálesés nagyságát is. Erre a célra az ú. n. Spritzkollektort használtuk, melynek elve a következő: Ha egy vezetőt a földfelszíntől pl. 1 m magasságban izoláltan állítunk fel, akkor abban a földnek rendszerint negatív elektromossága következtében elektromos megoszlás jön létre. A vezető alsó részén helyezkednek el a pozitív, felső végén pedig a negatív töltések, mely utóbbiakat finoman elporított vízsugár segítségével eltávolíthatunk. Így a vezető pozitív töltést nyer. Ha a kollektor vezetőleg összeköttetésben áll egy elektrométerrel, akkor a töltés nagysága, mely a potentiálesés nagyságával arányos, leolvasható. Mi a Spritzkollektort 1 m magas ebonitrúdra helyeztük rá s azt a kb. 2 m-re felállított Ebert—Wulf-készülékkel hoztuk összeköttetésbe. A potentiálméréseknél az elektrométer a Spritzkollektorral együtt ugyancsak teljesen szabadban (l. fentebb) volt felállítva, hogy fa vagy fal közellétének zavaró hatását kiküszöböljük.

A meteorológiai tényezők közül a levegő abszolút és relatív nedvességét árnyék-

ban felállított Assmann-féle aspirációs psychrométerrel határoztuk meg. A küllevegő temperaturájának mérésére az Assman-psychrométernek száraz hőmérője szolgált. A szél erejét Robinson-féle kanalas anemométerrel, a légnyomás nagyságát pedig Fuess-barométerrel állapítottuk meg. Mindezeket a méréseket az ionmeghatározások tartama alatt, vagy közvetlen után végeztük. Az intézet meteorológiai állomása egyébként regisztráló műszerekkel is fel van szerelve, melynek adatait szintén számításba vettük.

Magyarországon a levegő elektromosságát eddig rendszeresen még nem tanulmányozták. Az irodalomban mindössze két közleményre bukkantunk, melyeknek mindegyike Kalocsán 1909. és 1911. években folytatott mérésekről számol be. *Wagner A.* 1909 szeptember 14—30-ig mért levegőionosodást, míg előzőleg a nyár folyamán az elektromos szétszóródást tanulmányozta. A második vizsgáló *Riegl Sándor* jezsuita páter, jelenleg a pécsi Pius-Kollegium tanára, 1909 októberétől 1911 februárig mért ionosodást. Ezen első kimerítő megfigyelésnek hibájául róható fel azonban, hogy meghatározásai csak egy napszakban és pedig délután 2 órakor történtek.

Célunk az ionosodásnak, mint klímafaktornak a jelentőségét tanulmányozni s ezért vizsgálatainkat rendszeresen óhajtjuk végezni. A jelen közlemény egyelőre két hónap (július 10—szeptember 13-ig) adatait öleli fel kb. 240 páros (pozitív és negatív) meghatározással. Az eredményeket napi átlagban és a különböző meteorológiai tényezők szerint csoportosítva tárgyaljuk. Fontosnak tartjuk ezeken kívül az adatokat az észlelési órák szerint is összefoglalni és csak egy ugyanazon időben észlelt eredményeket egymással összehasonlítani, illetve azokból középértékeket vonni. Ennek fontosságát, mint azonnal látni fogjuk, az adja meg, hogy az ionok száma átlagosan, minden egyéb meteorológiai faktortól eltekintve, napszakonként is változást mutat.

Az ionok számának napi ingadozása helyileg nagyon különböző lehet. Mégis a legtöbb megfigyelő szerint kettős napi periódus különböztethető meg: maximum az első reggeli és első délutáni, minimum pedig a délelőtti és késő délutáni órákban. Ettől az átlagos viselkedéstől azonban számos eltérés fordul elő. Ha adatainkat összevetjük a most mondottakkal, kitűnik mindenekelőtt, hogy az ionszám, illetve 1 m^3 levegő töltése napszakonként nem mutat nagy ingadozást. A maximum és minimum között nincs nagy differencia, amit főleg augusztus 15—31 adatai szemléltetnek. Kifejezett maximumot, illetve minimumot itt nem is találunk. Ezzel szemben július hónapban maximum jelentkezik a déli (1^h) és késő esti (9^h) órákban, míg előttük kifejezett minimum észlelhető. Augusztus 1—15 és szept. 1—15 adatai megegyeznek egymással abban, hogy a maximumok átlagban egy időpontra esnek. Első maximum a kora reggeli (7^h) órákban, amit kisfokú csökkenés követ, majd a déli órákban (2^h illetve 4—5^h) ismét egy második maximum jelentkezik, amit ugyancsak nyomon követ egy-egy csökkenés. A pozitív ionok száma mindig lényegesen több, mint a negatívoké, vagyis $Q = < 1$. Az összes mérések középértéke $E_+ = 0{\cdot}403$, $E_- = 0{\cdot}300$, ami megfelel $n_+ = 845$ és $n_- = 629$ ionszámnak. $Q = 1{\cdot}34$ erős pozitív unipolaritás. Az E értékét, illetve az ionok számát kevesebbnek találtuk, mint A. Wagner, kinek adatai meglehetősen magas értékeket tüntetnek fel: $E_+ = 0{\cdot}52$, $E_- = 0\,40$, $Q = 1{\cdot}30$. Riegl Sándor értékei: $E_+ = 0{\cdot}46$, $E_- = 0{\cdot}43$, $Q = 1{\cdot}07$ alacsonyabbak, mint A. Wagneré, de még így is magasabbak, mint az általunk talált értékek. E különbség azonban érthető, ha a két hely különböző földrajzi fekvését, a

vizsgálatoknak időpontját és tartamát vesszük. Mint jeleztük, Wagner adatai csak 2—3 hétre vonatkoznak, Riegl Sándoré pedig majdnem teljes évre ugyan, de csak a napnak egy bizonyos időszakára, 2 órára. Az általunk kapott értékek más országok adatai között így is a nagyobbak közé tartoznak. (L. I. táblázat.)

A hőmérséklet és az ionok száma között határozott összefüggés észlelhető és pedig olyan értelemben, hogy a temperatura emelkedésével az ionok száma is növe-

Tabelle I. táblázat.

Napi átlag. Tages-Mittelwerte.

		Jul. 10—27.	Aug. 1—15.	Aug. 15—31.	Szept. 1—15.	Középérték Mittel
7—8^h a.	E+	—	0·459	0·463	0·517	0·479
	E—	—	0·381	0·416	0·422	0·406
	n+	—	962	971	1083	1004
	n—	—	799	872	885	809
	Q	—	1·20	1·11	1·22	1·24
	dV/dn	—	55	71	59	62
	Esetek száma—Fälle	—	11	13	11	35
9—10^h a.	E+	0·336	—	—	0·464	0·400
	E—	0·223	—	—	0·319	0·271
	n+	704	—	—	973	839
	n—	468	—	—	669	569
	Q	1·50	—	—	1·45	1·48
	dV/dn	101	—	—	67	84
	Esetek száma—Fälle	10	—	—	7	17
10—11^h a.	E+	0·311	0·390	0·460	0·422	0·396
	E—	0·276	0·365	0·406	0·353	0·350
	n+	652	818	964	885	830
	n—	579	765	851	740	734
	Q	1·12	1·07	1·13	1·19	1·13
	dV/dn	51	67	76	98	73
	Esetek száma—Fälle	4	5	9	5	23
11—12^h a.	E+	0·368	—	—	—	0·368
	E—	0·280	—	—	—	0·280
	n+	772	—	—	—	772
	n—	587	—	—	—	587
	Q	1·31	—	—	—	1·37
	dV/dn	103	—	—	—	103
	Esetek száma—Fälle	10	—	—	—	10
1—2^h p.	E+	0·406	—	—	—	0·406
	E—	0·244	—	—	—	0·244
	n+	851	—	—	—	851
	n—	512	—	—	—	512
	Q	1·66	—	—	—	1·66
	dV/dn	85	—	—	—	85
	Esetek száma—Fälle	9	—	—	—	9

Tabelle I. táblázat (Fortsetzung — Folytatás)

Napi átlag. — Tages-Mittelwerte.

		Jul. 10—27.	Aug. 1—15.	Aug. 15—31.	Szept. 1—15.	Középérték Mittel
2—3^h p.	E+	0·372	0·436	0·479	0·360	0·412
	E—	0·273	0·323	0·441	0·272	0·327
	n+	779	914	1004	755	864
	n—	572	679	924	570	686
	Q	1·36	1·43	1·09	1·32	1·26
	dV/dn	96	74	78	89	84
	Esetek száma—Fälle	4	11	13	12	40
3—4^h p.	E+	0·300	—	4—5^h p.	0·427	0·364
	E—	0·201	—		0·316	0·258
	n+	629	—		895	763
	n—	421	—		662	541
	Q	1·49	—		1·35	1·41
	dV/dn	75	—		44	59
	Esetek száma—Fälle	10	—		7	17
5—6^h p.	E+	0·317	0·361	0·480	—	0·386
	E—	0·227	0·292	0·301	—	0·273
	n+	664	757	1006	—	809
	n—	476	612	631	—	572
	Q	1·39	1·23	1·59	—	1·41
	dV/dn	60	84	37	—	60
	Esetek száma—Fälle	10	5	4	—	19
8—9^h p	E+	0·429	0·403	0·454	0·375	0·415
	E—	0·290	0·326	0·340	0·279	0·309
	n+	899	843	951	786	870
	n—	608	684	713	585	648
	Q	1·47	1·24	1·33	1·34	1·34
	dV/dn	36	38	26	41	35
	Esetek száma—Fälle	10	11	12	11	44
11^h p.	E+	0·411	—	—	—	0·411
	E—	0·268	—	—	—	0·268
	n+	862	—	—	—	862
	n—	562	—	—	—	562
	Q	1·53	—	—	—	1·53
	dV/dn	25	—	—	—	25
	Esetek száma—Fälle	4	—	—	—	4

Az összes mérések középértéke:
Mittelwerte sämtlicher Beobachtungen:

E+	0·403
E—	0·300
n+	845
n—	629
Q	1·34

kedést mutat. Az ionok száma és a hőmérsék közötti ezen synbasia a legtöbb megfigyelő szerint beigazolást nyert. Részben szintén ezen okra vezethető vissza az ionok számának emelkedése a melegebb nyári időszakokban. (II. táblázat.)

Tabelle II. táblázat.

A hőmérséklet befolyása. — Abhängigkeit von der Temperatur.

		10—15°	15—20°	20—25°	25—30°	30—35°
7—8h a.	E+	0·217	0·453	0·548	—	—
	E—	0·172	0·394	0·448	—	—
	n+	455	950	1149	—	—
	n—	361	826	939	—	—
	Q	1·26	1·15	1·22	—	—
	Esetek száma—Fälle	6	14	14	—	—
10—11h a.	E+	—	0·435	0·386	0·423	—
	E—	—	0·376	0·298	0·368	—
	n+	—	912	809	887	—
	n—	—	788	625	772	—
	Q	—	1·16	1·30	1·15	—
	Esetek száma—Fälle	—	4	11	13	—
1—2h p.	E+	—	—	0·396	0·425	0·423
	E—	—	—	0·287	0·306	0·369
	n+	—	—	830	891	887
	n—	—	—	602	642	774
	Q	—	—	1·37	1·16	1·57
	Esetek száma—Fälle	—	—	13	18	6
4—6h p.	E+	—	—	0·328	0·359	0·399
	E—	—	—	0·258	0·250	0·275
	n+	—	—	688	753	837
	n—	—	—	541	524	577
	Q	—	—	1·27	1·44	1·45
	Esetek száma—Fälle	—	—	5	13	5
8—9h p.	E+	—	0·404	0·388	0·526	—
	E—	—	0·308	0·303	0·321	—
	n+	—	847	813	1103	—
	n—	—	646	635	673	—
	Q	—	1·06	1·28	1·64	—
	Esetek száma—Fälle	—	7	23	5	—

Általában a mi adataink is bizonyítják a most jelzetteket. Az esti 9 és délelőtt 10—11 óra értékei azonban átlagban 20—25° C-nál egy visszaesést mutatnak. Hasonló inverzióról tesz említést ugyancsak 20—25° C között Riegl is. Q értékei a délelőtti adatokat tekintve nem mutat törvényszerűséget, míg 1—2 órától kezdve a hőmérsék emelkedésével szintén emelkedik.

Növekvő *relatív nedvességgel* az ionok számában általában csökkenés észlelhető. *Simpson* szerint ez a csökkenés teljesen arányos, míg *Gockel* s hazánkban *Riegl* megfigyelései nem mutatnak ily nagy szabályszerűséget. Ez utóbbi szerint pozitív ionok 60% relatív nedvességig szaporodnak, 60 és 70% százalék között erősen fogynak, 70 és 80% között újból növekednek és a legnagyobb nedvességi fokoknál pedig ismét állandóan csökkennek. A negatív ionok csökkenése általában lineáris. A mi adataink közül (l. III. tábl.) a 7—8, 11—12 és 1—2 órára vonatkozók, eltekintve kisfokú inverziótól, általában szintén antibasiáról tanuskodnak, de mégis úgy, hogy az ionok görbéje nem teljesen lineáris lefutású. Ezzel szemben délután 4 órától kezdve — nem

számítva a legnagyobb 80—100% nedvességi fokokat — inkább az ellenkező irányú változás látszik érvényre jutni, amennyiben a levegő nedvességtartalmának növekedésével az ionok száma is általában növekszik. Itt is különbözőképen látszik viselkedni a reggel, a délutáni (4—6) és esti (8—9) órákkal szemben. A reggel adatai szerint 60 és 70% relatív nedvességgel bíró levegőben úgy a pozitív, mint a negatív ionok száma erősebben megfogy, ezzel szemben a délutáni órákban ugyanezen nedvesség mellett erősebben megnő.

Tabelle III. táblázat.

A relatív nedvesség befolyása. — Abhängigkeit von der relativen Feuchtigkeit.

		40-ig	40—50	50—60	60—70	70—80	80—100
		%					
7—8^{h}a.	E+	—	—	0·721	0·467	0·507	0·336
	E—	—	—	0·597	0·389	0·442	0·292
	n+	—	—	1512	979	1063	704
	n—	—	—	1252	816	927	612
	Q	—	—	1·21	1·20	1·15	1·15
	Esetek száma – Fälle	—	—	5	10	9	8
11—12^{h}a.	E+	—	0·422	0·448	0·384	0·341	—
	E—	—	0·335	0·400	0·344	0·279	—
	n+	—	885	939	805	715	—
	n—	—	702	839	721	585	—
	Q	—	1·25	1·12	1·12	1·22	—
	Esetek száma – Fälle	—	5	10	6	4	—
1—2^{h}p.	E+	0·464	0·410	0·447	0·361	0·359	0·351
	E—	0·372	0·312	0·338	0·298	0·285	0·233
	n+	973	859	937	757	753	736
	n—	780	654	709	625	598	489
	Q	1·25	1·31	1·32	1.21	1·26	1·50
	Esetek száma—Fälle	4	14	11	4	4	5
4—6^{h}p.	E+	0·422	0·289	0·382	0·392	—	0·287
	E—	0·272	0·212	0·285	0·310	—	0·209
	n+	885	606	800	822	—	602
	n—	570	444	597	649	—	438
	Q	1·55	1·36	1·34	1·26	—	1·37
	Esetek száma – Fälle	5	2	5	2	—	2
8—9^{h}p.	E+	—	0·393	0 382	0·448	0·380	—
	E—	—	0·264	0·268	0 367	0·277	—
	n+	—	824	800	939	797	—
	n—	—	553	562	769	581	—
	Q	—	1·49	1·43	1·22	1·37	—
	Esetek száma—Fälle	—	7	15	11	2	—

Az *abszolút nedvesség* növekedésével rendszerint az ionok is arányosan növekednek. Erről a mi megfigyeléseink is tanuskodnak. (IV. táblázat.)

Legtöbb észlelő szerint az ionok számának szaporodása az abszolút nedvesség növekedésével azzal magyarázható, hogy egyidejűleg a temperatura is emelkedik s ez lenne elsődleges oka az ionszám emelkedésének is. Táblázatunkban a hőmérsék egyidejű emelkedése szintén jól látható. A hőmérséknek és abszolút nedvességnek pár-

huzamos viselkedése kizárja azt, hogy ezen két tényező befolyását elkülönítve vizsgáljuk és hatásukat külön-külön mérlegeljük.

A *légnyomás* nagysága és az ionok száma között ugyancsak határozott összefüggés figyelhető meg, amennyiben magas légnyomásnak kevesebb, alacsonyabb légnyomásnak pedig több ionszám felel meg. Oka ennek a jelenségnek abban keresendő, hogy alacsony légnyomás mellett a föld kapillárisaiból a rádióaktív anyagokat nagyobb mennyiségben tartalmazó s így ionokban gazdagabb földlevegő lép ki, ami a légkör ionosodását növeli. (V. táblázat.)

Tabelle IV. táblázat.

Az abszolút nedveség befolyása — Abhängigkeit von der absoluten Feuchtigkeit.

		6—9	9—12	12—15	15—18
		mm			
7—8^{h}a.	E+	—	0·381	0·579	0·575
	E—	—	0·320	0·507	0·465
	n+	—	799	1214	1206
	n—	—	671	1063	975
	Q	—	1·19	1·14	1·23
	Temp. C°	—	17·9	20·1	21·7
	Esetek száma—Fälle	—	16	12	4
1—2^{h}p.	E+	—	0·405	0·442	0·461
	E—	—	0·331	0·353	0·379
	n+	—	849	927	966
	n—	—	694	740	795
	Q	—	1·22	1·25	1·22
	Temp. C°	—	23·2	26·8	22·8
	Esetek száma—Fälle	—	16	17	7
8—9^{h}p.	E+	0·345	0·387	0·445	0·542
	E—	0·256	0·275	0·373	0·335
	n+	723	811	933	1136
	n—	537	577	782	702
	Q	1·35	1·41	1·19	1·62
	Temp. C°	17·4	20 9	23·8	25·1
	Esetek száma—Fälle	5	17	13	5

Bizonyos tekintetben kivételt látszik képezni ezen általánosnak mondható szabály alól az egészen alacsony légnyomás (746—49 mm), amennyiben úgy a reggeli, mint a déli napszakra eső megfigyeléseknél ezen légnyomás mellett az ionosodás kisebb volt, mint a közvetlen magasabb légnyomás mellett.

A fentiek alapján világos, hogy a *légnyomás ingadozása*, emelkedése és süllyedése az ionizált földlevegő kilépését nagy mértékben gátolja, illetőleg elősegíti. Így növekvő légnyomásnak ionszámcsökkenés és csökkenő légnyomásnak ionszámnövekedés lesz a következménye. A mellékelt VI. táblázat világosan bizonyítja a most mondottakat.

A *szél iránya* és az ionok száma közötti összefüggés teljesen helyi jelleggel bír. Bizonyos széliránnyal helyenként rendszerint egyéb meteorológiai tényezők is együtt járnak, mint pl. barometersüllyedés vagy emelkedés, száraz vagy nedves időjárás stb.; éppen ezért az ionok számának változását nem tisztán a szelek irányára, hanem a velük karöltve járó egyéb meteorológiai tényezőkre vezethetjük vissza.

A fenti VII. táblázat szerint napszakonként az ion-maximumoknak és minimumoknak különböző irányú szelek felelnek meg. A reggeli órákban általában a N, NE, E és SE-szeleknek, melyek tehát a Balaton felől fújnak, magas ionszám, míg

Tabelle V. táblázat.

A 0-fokra redukált légnyomás befolyása. — Abhängigkeit von auf 0-Grad reduziertem Luftdruck.

mm		746—49	749—52	752—55	755—58	758—61
$7—8^h$a.	E+	0·486	0·514	0·454	0·407	0·362
	E—	0·429	0·459	0·359	0·315	0·298
	n+	1019	1078	952	853	759
	n—	899	962	753	660	625
	Q	1·13	1·12	1·26	1·29	1·21
	Esetek száma—Fälle	3	9	13	4	4
$1—2^h$p.	E+	0·398	0·453	0·454	0·395	0·357
	E—	0·326	0·408	0·369	0·289	0·317
	n+	834	949	952	828	748
	n—	683	855	774	606	665
	Q	1·22	1·11	1·23	1·36	1·13
	Esetek száma—Fälle	4	8	12	5	5
$8—9^h$p.	E+	0·520	0·442	0·378	0·371	0·361
	E—	0·442	0·354	0·322	0·260	0·238
	n+	1090	927	792	778	757
	n—	927	742	675	545	499
	Q	1·18	1·25	1·17	1·42	1·51
	Esetek száma—Fälle	3	9	6	8	5

Tabelle VI. táblázat.

A légnyomás változásának befolyása. — Einfluss der Veränderung des Luftdruckes.

mm		emelkedő steigend 746—53.	süllyedő sinkend 746—53.	emelkedő steigend 753—61.	süllyedő sinkend 753—61.
$7—8^h$a.	E+	0·455	0·554	0·441	0·654
	E—	0·416	0·472	0·351	0·578
	n+	954	1161	925	1371
	n—	872	990	736	1212
	Q	1·09	1·17	1·26	1·13
	Esetek száma—Fälle	10	6	14	4
$1—2^h$p.	E+	0·430	0·435	0·425	0·431
	E—	0·371	0·380	0·352	0·311
	n+	901	912	891	904
	n—	778	797	738	652
	Q	1·15	1·14	1·21	1·38
	Esetek száma—Fälle	5	13	8	8
$8—9^h$p.	E+	0·398	0·484	0·349	0·386
	E—	0·311	0·372	0·267	0·293
	n+	834	1015	732	809
	n—	652	780	560	614
	Q	1·28	1·30	1·31	1·32
	Esetek száma—Fälle	6	9	6	5

a S, W, NW irányú szeleknek, melyek a félsziget felől jönnek, alacsony ionszám felel meg. Az ion-maximumot az E, minimumot pedig a NW, W-szelek hozzák. A déli órákban a maximumok már általában a félsziget felől jövő szelekkel jönnek, a minimumok pedig a NE és E-szelekkel, melyekkel a reggeli órákban a maximumok jártak. Az esti órákban a maximumok és a minimumok eloszlása nem szabályos s tekintve az észlelt esetek csekély számát, messzebbmenő következtetéseket levonni nem akarunk.

Tabelle VII. táblázat.

A szélirány befolyása. — Abhängigkeit von der Windrichtung.

Szélirány		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7—8^{h}a.	E+	0·424	0·565	0·784	0·562	0·239	—	0·383	0·340
	E—	0·355	0·496	0·745	0·442	0·175	—	0·283	0·293
	n+	889	1184	1643	1178	501	—	803	713
	n—	744	1040	1561	927	367	—	593	614
	Q	1·19	1·14	1·05	1·27	1·36	—	1·35	1·16
	Esetek száma — Fälle	5	6	3	3	2	—	2	9
1—2^{h}p.	E+	0·406	0·335	0·305	0·411	0·452	0·488	—	0·481
	E—	0·283	0·263	0·173	0·359	0·363	0·322	—	0·404
	n+	851	702	639	862	948	1023	—	1008
	n—	593	551	363	753	761	675	—	847
	Q	1·43	1·27	1·76	1·14	1·25	1·51	—	1·19
	Esetek száma — Fälle	7	3	3	12	1	2	—	9
8—9^{h}p.	E+	0·454	—	—	0·473	0·303	0·490	0·463	0·364
	E—	0·329	—	—	0·270	0·249	0·296	0·335	0·266
	n+	952	—	—	992	635	1027	971	763
	n—	690	—	—	566	522	621	702	558
	Q	1·38	—	—	1·75	1·22	1·65	1·38	1·37
	Esetek száma — Fälle	3	—	—	1	1	2	5	13

Tabelle VIIa. táblázat.

A hőmérséklet és a nedvesség változása a széliránnyal. — Der Zusammenhang der Temperatur und der Feuchtigkeit mit der Windrichtung.

Szélirány		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7—8^{h}a.	Temp. C°	19·1	20·5	19·7	21·1	15·6	—	19·7	18·2
	Rel. nedv. — Feucht. Rel.	70	72	62	78	88	—	63	73
	Absz. nedv. — Feucht. Abs.	11·6	13·1	10·9	14·6	11·7	—	10·7	11·4
	Szélerő — Windstärke	1·6	1·8	1·4	0·7	3·7	—	0·7	2·6
1—2^{h}p.	Temp. C°	25·4	21·9	26·2	28·2	—	31·6	—	22·6
	Rel. nedv — Feucht. Rel.	51	67	62	44·0	—	39	—	59
	Absz. nedv. — Feucht. Abs.	12·7	13·1	16·0	12·8	—	13·7	—	11·7
	Szélerő — Windstärke	2·7	1·4	1·3	2·3	—	2·7	—	1·9
8—9^{h}p.	Temp. C°	21·3	—	—	20·4	21·0	26·6	23·3	20·9
	Rel. nedv. — Feucht. Rel.	59	—	—	65	38	51	55	57
	Absz. nedv. — Feucht. Abs.	11·4	—	—	11·7	7·0	13·3	12·1	10·7
	Szélerő — Windstärke	3·2	—	—	1·5	2·8	4·2	0·5	1·8

Azon körülmény, hogy a reggeli órákban a tavi szelek, a déli órákban pedig a szárazföldi szelek segítik elő az ionosodást, a víznek a szerepére utal és megmagyarázhatóvá válik úgy, hogy a tavi szelek reggel melegebbek, mint a szárazföldi szelek; viszont napközben a szárazföldnek erősebb felmelegedése folytán a szárazföldi szelek lesznek melegebbek. Ha ez így volna, akkor ezen ionosodásbeli eltérések is végeredményben a temperaturaingadozástól függenének, amelyet a mozgó levegő különböző felmelegedési lehetősége hozna létre. A VII/a táblázatban ezért összeállítottuk a különböző szélirányokat hőfokuk, relatív és abszolút páratartalmuk megjelölésével. Ezen szélirányok között a tavi szelek a NE, E és SE, a szárazföldi szelek pedig SW, W és NW, míg a N és S-szelek majdnem teljesen a part irányában feküdvén, sem tiszta szárazföldi, sem tiszta tavi szeleknek nem mondhatók. Ebből az utóbbi össze-

Tabelle VIII. táblázat.

A szélerő befolyása. — Abhängigkeit von der Windstärke.

		—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—
		m sec.					
7—8^{h}a.	E+	0·569	0·484	0·446	0·372	—	0·354
	E—	0·445	0·413	0·417	0·373	—	0·275
	n+	1193	1015	935	778	—	742
	n—	933	866	874	782	—	576
	Q	1·28	1·17	1·07	0·99	—	1·29
	Esetek száma—Fälle	11	8	6	4	—	4
1—2^{h}p.	E+	0·378	0·418	0·427	0·405	0·415	0·435
	E—	0·261	0·389	0·329	0·363	0·315	0·217
	n+	798	876	895	849	870	912
	n—	547	816	690	761	660	455
	Q	1·45	1·07	1·30	1·12	1·32	2·00
	Esetek száma—Fälle	8	12	11	5	3	2
8—9^{h}p.	E+	0·422	0·391	0·287	0·387	0·497	—
	E—	0·321	0·282	0·207	0·361	0·325	—
	n+	885	820	602	811	1042	—
	n—	673	591	434	757	681	—
	Q	1·31	1·39	1·39	1·07	1·53	—
	Esetek száma—Fälle	17	8	2	3	3	—

állításból az imént említett feltevés nem nyer beigazolást, amennyiben a szelek irányával hőmérsékletük nem jár karöltve, másrészt pedig azonos temperaturák mellett is megtaláljuk azokat a törvényszerűségeket, amelyeket fentebb említettünk, hogy t. i. reggel a tavi szél, délben pedig a szárazföldi szél hoz több iont. (L. reggel az E és a W, délben pedig a NE és NW szeleket.) Mivel a rendelkezésünkre álló irodalomban eddig a szélirányoknak hasonló napszakos viselkedésére adatokat nem találtunk, egyelőre nem tudunk felelni arra a kérdésre, hogy vajjon ez a jelenség a nagyobb vízfelületnek tulajdonítható lokális jelenség-e, vagy általános törvényszerűség.

A *szél erősségével* egyes szerzők (*Mazzele, Zölss, Wagner* stb.) megfigyelése szerint az ionok száma növekszik, amit arra vezetnek vissza, hogy a szél szívóhatása következtében a föld kapillárisaiból erősen ionizált földlevegő lép ki.

A mi VIII. táblázatunkból ilyen összefüggés nem olvasható ki. Meg kell azonban jegyeznünk azt, hogy a szélerősség befolyásának elbírálásában nézetünk szerint csak

azonos irányú és temperaturájú szeleket szabadna összehasonlítani, különösen olyan helyen, mint Tihany, ahol egy nagyobb vízfelületnek közelsége a különböző irányú szelek jellegét befolyásolhatja.

VIII/a táblázatunkban a rendelkezésünkre álló kevés adatot szélirányok szerint csoportosítottuk, de ezen összeállításból sem vonható le törvényszerű összefüggés, mert közelítőleg azonos temperaturájú és irányú szeleknél is különböző befolyás lát-

Tabelle VIII/a. táblázat.

Szélerő befolyása azonos irányú szeleknél. — Einfluss der Windstärke bei derselben Windrichtung.

	Szélirány	N			NE			NW		
	Szélerő	0—2 m	2—4 m	4—6 m	0—2 m	2—4 m	4—6 m	0—2 m	2—4 m	4—6 m
7—8h a.	E+	0·535	0·395	—	0·575	0·640	0·482	0·369	0·453	0·277
	E—	0·521	0·133	—	0·440	0·470	0·575	0·301	0·408	0·202
	n+	1122	828	—	1205	1342	1011	774	948	581
	n—	1092	279	—	922	985	1205	631	855	424
	Q	1·03	2·96	—	1·31	1·36	0·84	1·22	1·11	1·12
	Temp. C°	19·2	19·1	—	21·5	19·8	20·4	19·4	19·1	16·1
	Esetek száma—Fälle	2	4	—	2	2	2	2	4	3

	Szélirány	N			SE			NW		
	Szélerő	0—2 m	2—4 m	4—6 m	0—2 m	2—4 m	4—6 m	0—2 m	2—4 m	4—6 m
1—2h p.	E+	0·404	0·387	0·442	0·388	0·424	—	0·493	0·443	0·401
	E—	0·383	0·301	0·262	0·353	0·361	—	0·433	0·386	0·226
	n+	847	811	926	813	889	—	1034	929	841
	n—	803	631	549	741	757	—	908	809	474
	Q	1·05	1·28	1·68	1·10	1·17	—	1·14	1·15	1·77
	Temp. C°	25·7	24·1	26·6	28·2	27·9	—	21·8	25·8	21·0
	Esetek száma—Fälle	3	2	2	4	8	—	6	2	1

	Szélirány	NW		
	Szélerő	0—2 m	2—4 m	4—6 m
8—9h p.	E+	0·371	0·393	0·339
	E—	0·263	0·346	0·203
	n+	778	824	711
	n—	551	725	426
	Q	1·41	1·14	1·66
	Temp. C°	21·2	22·7	16·2
	Esetek száma—Fälle	9	2	1

szik érvényesülni, sokszor még ez is szabálytalanul. Az ionosodás csökkeni látszik a szélerő növekedésével a reggeli N, NE, a déli NW szélnél, viszont erősödni a reggeli NW, a déli N, SE és az esti NW szeleknél. A mondottakból valószínűnek látszik az, hogy más szerzőknek azon tapasztalata, hogy a szélirány és az ionosodás között összefüggés van, inkább egyéb helyi tényezőktől folyik.

A *felhő nagyságával* az ionok száma a déli és esti észleletek alapján növekedést mutat. A reggeli adatok azonban éppen ellenkezőleg viselkednek, amennyiben növekedő felhőzettel az ionosodás csökken. Q értéke erősen beborult égboltozatnál általában alacsony, sőt a déli órákban $Q = > 1$, vagyis negatív unipolaritás van jelen.

A felhőzetnek a befolyása kétségtelenül több tényezőből tevődik össze. Elsősorban arra lehet gondolni, hogy a temperatura csökken, ami által az ionosodásnak is csökkeni kellene a felhőzet nagyobbodásával. A táblázat szerint azonban az ionosodás a déli és esti órákban a temperatura tényleges csökkenése dacára is emelkedik, vagyis egy, a temperaturánál is erősebben ható tényező érvényesül. Legközelebb fekvő az ismertetett faktorok közül a légnyomásra gondolni, amely azonban — táblázatunk szerint — a felhőzet nagyságával nem csökken és nem változik szabályszerűen az ionok számával. Ilyenformán ez a jelenség csak magával a felhőképződéssel állhatna összefüggésben, mint ahogyan azt többen állítják is.

Tabelle IX. táblázat.

A felhőnagyság befolyása. — Abhängigkeit von der Bewölkung.

Felhőnagyság — Bewölkung		0—3	4—7	8—10
7—8^{h}a.	E +	0·546	0·452	0·383
	E —	0·444	0·439	0·335
	n +	1145	948	803
	n —	931	920	702
	Q	1·23	1·03	1·14
	Temp. C°	19·8	21·6	18·2
	Barométer mm	753·7	753·9	753·1
	Esetek száma — Fälle	16	6	8
1—2^{h}p.	E +	0·407	0·455	0·465
	E —	0·308	0·333	0·483
	n +	853	954	975
	n —	646	698	1013
	Q	1·32	1·36	0·96
	Temp. C°	27·3	24·0	22·1
	Barométer mm	752·5	753·7	752·1
	Esetek száma — Fälle	26	8	5
8—9^{h}p.	E +	0·388	0·476	0·480
	E —	0·288	0·352	0·439
	n +	813	999	1006
	n —	604	737	920
	Q	1·34	1·35	1·09
	Temp. C°	22·0	21·2	18·6
	Barométer mm	753·6	750·7	751·2
	Esetek száma — Fälle	24	5	6

Már az előbbi táblázatból levonhatnánk azt a következtetést, hogy sűrűbb, tömöttebb *felhőalaknak* (Cu, St.) magasabb ionszám felel meg. Ezt általában a következő X. táblázatban is megerősítve láthatjuk.

A felhőalak elbírálásánál külön helyzet illeti meg a Nb felhőzetet, melynél rendesen a negatív ionok erős megszaporodásával találkozunk, ami a quotiens egy alá való süllyedését, vagyis negatív unipolaritást eredményez. Ezen jelenség létrehozásában azonban nem a felhő alakja, hanem a lehulló esőcseppek hatása (Lénard-effektus) játszik szerepet.

A *potentiálesés* nagysága és az ionok száma között szintén azonos összefüggés

észlelhető oly értelemben, hogy a potentiál emelkedésével az ionok száma általában csökken. (XI. táblázat.)

A mi megfigyeléseink is e törvényszerűség mellett bizonyítanak, azzal a megszorítással, hogy a reggeli mérések kivételt képeznek, amikor a potentiálesésnek különösebb befolyása nem tűnik ki. Reggel az ionszám általában magasabb és úgy látszik, hogy ez a tendencia magasabb potentiálesések esetén is fennmarad.A reggeli ionosodást kiváltó tényező befolyása tehát jóval erősebb, mint a nagy potentiálesés okozta ionrombolás. Ez a következtetés helytállónak látszik külösösen akkor, ha a Q értékeket vesszük figyelembe. A nappali órákban a quotiens általában a potentiálesés

Tabelle X. táblázat.

A felhőalak befolyása. — Abhängigkeit von der Wolkenform.

		Nb	Cu	St	Ci
7—8^{h}a.	E +	0·322	0·631	0·409	0·479
	E —	0·408	0·495	0·321	0·431
	n +	675	1322	857	1004
	n —	855	1038	673	904
	Q	0·79	1·27	1·27	1·11
	Esetek száma — Fälle	3	7	10	11
1—2^{h}p.	E +	0·503	0·439	0·520	0·344
	E —	0·518	0·329	0·420	0·260
	n +	1054	920	1090	721
	n —	1086	690	880	545
	Q	0·97	1·33	1 24	1·32
	Esetek száma — Fälle	3	10	3	11
8—9^{h}p.	E +	0·375	0·472	0·533	0 373
	E —	0·392	0·328	0·424	0 243
	n +	786	989	1117	782
	n —	822	688	889	509
	Q	0·96	1·44	1·26	1·53
	Esetek száma — Fälle	4	4	4	7

Nb = nimbus — esőfelhő, Cu = cumulus — gomolyfelhő, St = stratus — réteges felhő, Ci = cirrus — foszlányos felhő.

emelkedésével nő, ami a pozitív ionoknak a földfelszín közelében való megsűrűsödéséből, viszont a negatív ionok erősebb eltaszításából folyik. A reggeli órákban azonban a Q értéke különböző potentiálok esetén is közelítőleg állandó, ami tehát új ionok oly gyors keletkezésére mutat, hogy egyenletes eloszlásukat még a nagyobb potentiálesések sem tudják megzavarni.

A fenti vizsgálatok egyelőre még csak deszkriptív jelleggel bírnak, de így is — tisztán a nyári megfigyelések alapján — betekintést engednek a Balaton, illetve Magyarország klimatikus viszonyaiba, melyeknek egyik nem kevésbbé fontos tényezőjét az elektromos jelenségek képezik. Adatainkat a napi átlag és a különböző meteorológiai tényezők szerint csoportosítva, napszakonként tárgyaltuk. Szükséges azonban ezen megfigyeléseket, mint tervbe is vettük, rendszeresen a különböző évszakokra

is kiterjeszteni, hogy azoknak jellegét s átlagos évi lefutását áttekinthessük. További messzebbmenő programmunk pedig ezen légelektromos jelenségeknek biológiai kutatása lesz.

Ezen munka a Magyar Természettudományi Kutatóalap támogatásával készült.

Tabelle XI. táblázat.

A potentiálesés befolyása. — Abhängigkeit vom Potentialgefälle.

V/m		0—50	50—100	100—150	150—
7—8^{h}a.	E +	0·470	0·477	0·458	—
	E —	0·392	0·402	0·392	—
	n +	985	1000	960	—
	n —	822	843	822	—
	Q	1·19	1·18	1·16	—
	Esetek száma — Fälle	11	12	4	—
10—11^{h}a.	E +	0·465	0·408	0·389	—
	E —	0·401	0·332	0·308	—
	n +	975	855	815	—
	n —	841	696	646	—
	Q	1·16	1·23	1·26	—
	Esetek száma — Fälle	7	10	12	—
1—2^{h}p.	E +	0·453	0·416	0·386	0·418
	E —	0·383	0·308	0·299	0·281
	n +	950	872	809	876
	n —	803	646	627	589
	Q	1·18	1·35	1·29	1·49
	Esetek száma — Fälle	14	13	11	3
4—6^{h}p.	E +	0·410	0·306	0·217	—
	E —	0·303	0·211	0·133	—
	n +	860	642	455	—
	n —	635	442	353	—
	Q	1·35	1·45	1·63	—
	Esetek száma — Fälle	13	8	5	—
8—9^{h}p.	E +	0·418	0·385	0·218	—
	E —	0·331	0·306	0·149	—
	n +	876	807	457	—
	n —	694	642	312	—
	Q	1·26	1·26	1·46	—
	Esetek száma — Fälle	23	7	3	—

IRODALOM. — LITERATUR.

H. Mache und E. v. Schweidler, Die atmosphärische Elektrizität, Braunschweig 1909. K. Kähler, Luftelektrizität (Sammlung Göschen), 1921. Victor F. Hess, Die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre und ihre Ursachen. (Sammlung Vieweg) 1926. J. Hahn und Süring, Lerb. der Meteorologie. 1926. H. Reichel Beobachtungen über Luftionisation. A. Wagner, Luftelektrische Beobachtungen zu Kalocsa. (Sitzungberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse; Bd. CXVIII. Abt. II. a.) Riegl Sándor, Légelektromos megfigyelések Kalocsán. (Mathematikai és természettudományi értesítő: XXXIV. kötet, 5. füzet.)

LUFTELEKTRISCHE UNTERSUCHUNGEN IN TIHANY.

Von Dr. A. Belák, Prof. der Hygiene
und Dr. St. Gärtner, Assist. an der Tisza István Universität in Debrecen.

Die Wirkungen des Klimas auf den Organismus liegen auf der Hand und es ist doch nicht möglich dieselben biologisch zu fassen. Es reicht offenbar die bisherige Klimabeschreibung zur Erklärung nicht aus. Es scheint eine dringende Aufgabe der biologischen Wissenschaften zu sein, diese Verhältnisse aufzuklären. Der Vorgang muss zwei Wege einschlagen: es sind erstens die bereits bekannten Klimafaktoren tiefer und umfangreicher zu beschreiben, eventuell neue aufzudecken; zweitens ist die Wirkung der einzelnen Faktoren biologisch getrennt und in ihrer Zusammenwirkung genauer nachzuforschen. In diesem Aufsatze handelt es sich um die Beschreibung eines dieser Faktoren, welcher bis jetzt in Ungarn vernachlässigt wurde, auf Grund unserer Beobachtung in Tihany im Sommer 1928.

Es liegen zur Zeit zwei Beobachtungsreihen über Luftelektrizität in Ungarn vor, die von A. Wagner im Jahre 1909 und von A. Riegl vom Jahre 1911. Beide aus dem Observatorium in Kalocsa, auf der ungarischen Tiefebene. Die Wagner'schen Beobachtungen dauerten nur zwei Wochen lang, diejenigen von Riegl vom Oktober 1909 bis Februar 1911; in den letzteren handelt es sich aber nur um je eine Tagesablesung um zwei Uhr nachmittags.

Unsere Station liegt an der Halbinsel Tihany, am nördlichen Ufer des Balatons. 25—30 Meter westlich liegt das biologische Institut und Berge von etwa 80 m Höhe. Von Nord über Ost nach Süd erstreckt sich der See undzwar so, dass unsere Beobachtungsstelle nur etwa 30 m vom Ufer entfernt ist. Wir sitzen somit in einer Seeluft-Atmosphäre.

Unsere Apparatur besteht aus einem Ebert'schen Ionenzähler mit dem Zweifadenelektrometer nach Wulf und einem in 1 Meter Höhe auf einer Ebonitstange aufgestellten Spritzkollektor, zur Messung des Potentials. Methode und Apparatur sind u. A. in der Abhandlung von *V. Hess:* Die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre und ihre Ursachen (Sammlung Vieweg) genau beschrieben. Die Resultate wurden auf der üblichen Weise berechnet; wir wollen diesbezüglich doch hervorheben, dass wir die sogenannten Elektrodenwirkung des Apparates ausser Acht gelassen haben. Es handelt sich hier wie bekannt darum, dass zufolge der Anziehungskraft der Erde die gleichmässige Verteilung der Luftionen in der Weise gestört wird, dass sich in den untersten Schichten mehr positive, weiter oben mehr negative Ionen befinden. (Positiv unipolare Schicht.) Dasselbe wird von irgendeinem in die Atmosphäre hineinragendem Gegenstand, also auch durch den Apparat hervorgerufen. Nach Schwann fällt dadurch die Zahl der negativen Ionen bei einem Potential von 30—120 Volt/m um 17—27% weniger aus. Da unser Endziel aber ein biologisches ist, bei welchem also die tatsächlichen Verhältnisse z. B. in der Umgebung eines Menschen und nicht in der ungestörten Atmosphäre interessieren, so haben wir diese Elektrodenwirkung nicht in Betracht gezogen. Deshalb haben wir auch unseren Apparat nicht abgeschirmt. Die auf das ungestörte Feld gültigen Zahlen lassen sich übrigens auf Grund des ermittelten Potentialgefälles beiläufig berechnen.

Ausser Luftelektrizität wurden noch folgende meteorologische Faktoren bestimmt: absolute und relative Feuchtigkeit (Aspirations-Psychrometer nach Assmann), Tempertur (Trockenthermometer ds Psychrometers), Windrichtung und Stärke (Robinson), Luftdruck (Stationsbarometer von Fuess).

Die Beobachtungsergebnisse sind in den Tabellen I—XI. zusammengestellt.

Tabelle I. enthält die stündlichen Mittelwerte vierer Beobachtungsgruppen. Die absolute Grösse der Raumladung in Mittelwerten sämtlicher Beobachtungen ($E_+ = 0{\cdot}40$, $E_- = 0{\cdot}30$) bleibt hinter den in Kalocsa gefundenen Werten sowohl A. Wagners ($E_+ = 0{\cdot}52$, $E_- = 0{\cdot}40$) als auch diejenigen Riegels ($E_+ = 0{\cdot}46$. $E_- = 0{\cdot}43$) zurück. $Q = 1{,}34$ weist auf eine starke positive Unipolarität hin. Die Schwankung der Raumladungen ist im allgemeinen geringfügig, deswegen sind auch die Tagesschwankungen undeutlich ausgesprochen, in der Periode um 15—31. August verschwinden sie sogar vollkommen; eine Regelmässigkeit diesbezüglich ist nicht zu erkennen.

Nach Tab. II. ist der Zusammenhang zwischen Ladung und Temperatur deutlich: die Ionisation steigt mit der Temperatur, jedoch ist für 20—25° um 10^h a. und 8^h p. eine Inversion nachzuweisen. Ähnliches wurde für die Tiefebene auch von Riegl beobachtet.

Die relative Feuchtigkeit (Tab. III.) drückt bei ihrem Anwachsen bis zu den Mittagsstunden die Ladung herab. In den späteren Nachmittagsstunden ist jedoch bei 60—70% eine Begünstigung zu erkennen.

Dagegen sinkt mit dem Anstieg der absoluten Feuchtigkeit die Ladung ohne Ausnahme. (Tab. IV.) Da jedoch gleichzeitig auch die Temperatur steigt, so ist der Einfluss dieser beiden Faktoren nicht auseinanderzuhalten.

Einem geringeren Luftdruck entsprechen stets geringere Ladungswerte, als einem höheren (Tab. V.), und das Steigen desselben drückt die Ionisationen immer zurück, während sie durch das Sinken befördert wird. (Tab. VI.)

Die Ionisation hängt auch von den Windrichtungen ab (Tab. VII.) uzw. so, dass morgens die Seewinde (N, NE, E, SE) mit einer mächtigeren Ladung einhergehen als die Landwinde (S, W, NW). In den Mittagsstunden sind genau umgekehrte Verhältnisse vorzufinden, während die Abendstunden keine Regelmässigkeit aufweisen Dass es sich hier nicht etwa um Temperaturwirkungen oder Feuchtigkeit handelt, ist aus Tab. VII/a. ersichtlich. Die Windstärke ist nach Tab. VIII. ohne regelmässigen Einfluss; uzw. auch in dem Falle, wenn wir Winde gleicher Richtung untereinander verglichen (Tab. VIII/a.).

Die Bewölkung übt nach Tab. IX. einen deutlichen Einfluss auf die Luftladungen aus, indem in den Mittags- und Abendstunden mit Zunahme der Bewölkung auch die Ionisierung zunimmt. Die Morgenstunden weisen jedoch ein entgegengesetztes Verhalten auf. Da dieser Einfluss weder mit der Temperatur, noch mit dem Luftdruck synchron verläuft, so hängt er mit Vorgängen der Wolkenentstehung zusammen. Je dichter die Wolke, desto stärker die Luftladung (Tab. X.); bei Nb-Wolken finden wir eine negative Unipolarität (Lénard-Effekt der Wassertropfen).

Mit der Steigerung des Potentialgefälles nimmt im allgemeinen die Ladung ab (Tab. XI.), die Morgenstunden bilden jedoch auch hier eine Ausnahme. Die Ladung

ist in der Früh immer grösser und die Wirkung des entsprechenden Ionisationsfaktors wird durch die Ionenzerstörung des Potentials nicht überwunden.

Diese Beobachtungen sollen als erster Schritt zu unseren Klimaforschungen in Ungarn betrachtet werden. Es werden sich an diesen weitere deskriptive Beobachtungen in Tihany, auf der ungarischen Tiefebene in Debrecen, als auch biologische Experimente anschliessen.

Diese Arbeit wurde mit Unterstützung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Forschungsfondes ausgeführt.

NAPSUGÁRZÁSMÉRÉSEK TIHANYBAN.

Irták: Dr. Belák Sándor a közegészségtan tanára
és Dr. Gärtner István egyetemi tanársegéd a debreceni Tisza István egyetemen.

Az atmoszféra a benne lévő szuszpendált részecskékkel együtt a rajta áthaladó sugárzásra több irányban gyakorol hatást, aminek következménye a sugárzásnak quantitatív és qualitatív megváltozása lesz. A föld felszínére lejutó energiamennyiség csak egy kisebb, vagy nagyobb tört része annak az energiamennyiségnek, mely az atmoszféra széléhez érkezik (szoláris állandó). De a sugárzásnak qualitása, annak százalékos összetétele is változást szenved, mire hozzánk eljut.

Ezen qualitatív és quantitatív változásokat az atmoszférának szelektív abszorpciója és az extinkció hozzák létre. A szelektív abszorpciónak a spektrumnak főleg egyes vörös és ultravörös területei esnek áldozatul, minek folytán a napspektrumban ezeken a helyeken abszorpciós-csíkok jelennek meg. Főleg a vízgőz s a szénsav az (Angström, Tyndall, Paschen, Rubens, Aschkinass, Langley), amely ezen abszorpciós hatásokat létrehozza. Az ultraviola-sugárzás ($\lambda = 0{\cdot}29$—$0{\cdot}23\ \mu$) pedig a magasabb rétegekben az ózonabszorpciónak esik áldozatul (Hartley, E. Meyer, Angström, Lenard, Ramsauer) s ezért a nap spektruma kb. $0{\cdot}29\ \mu$-nál meglehetős meredeken végződik. Az így elnyelt sugárzás tehát mint fényenergia megszűnik, de átalakul hőenergiává s melegíti az atmoszférát.

Az extinkció — ami alatt a sugarak törését, elhajlását és reflexióját értjük —, szemben az abszorpcióval, főleg a rövid hullámhosszú sugarakra gyakorol hatást (Langley, Clausius, lord Rayleigh) s eredményezi a diffus napfényt, az égnek kék színét stb. Ez alapon minden egyes hullámhossznak különböző az áthatoló képessége, vagyis a transzmissziós koefficiense, mely a hosszabb hullámhosszakkal arányosan növekszik. Ha a sugárnak nagyobb levegőbeli utat (alacsony napmagasság, tengerszinfeletti magasság) kell megtenni, világos, hogy a szelektív abszorpció és az extinkció, s ezeknek hatásai nagyobb mértékben jutnak érvényre. Az egyes hullámhosszak transzmissziós együtthatója tehát csökken. Ezzel ellentétben magasabb légrétegben, pl. 2—3000 m magasságban ezen tényezők, illetve ezen hatások csak csekélyebb fokban érvényesülnek, mert a sugárzásnak az atmoszférának legalsóbb és legsűrűbb rétegén, mely szuszpendált részecskéket legnagyobb mennyiségben tartalmazza, s mely az említett hatásokat ennélfogva legerélyesebben hozza létre, nem kell áthaladnia.

Ezen alapon valamely hely napsugárzási viszonyaira az illető hely legkülönbözőbb meteorológiai tényezői befolyással lehetnek. Mindenek előtt a hely földrajzi szélessége, tengerszinfeletti magassága, a légkörének vízgőz-, szénsav-, por-, füststb. tartalma.

Magyarországon eddigelé tudtunkkal napsugárzásméréseket csak csekély szám-

ban eszközöltek. Rendszeres és huzamosabb megfigyelések pedig szintén hiányoznak. Fényi Gyula S. J., a kalocsai Haynald-Obszervatórium igazgatója, 1908-ban Angström-féle pyrheliométerrel végzett megfigyeléseket, majd rá egy évre, 1909-ben Angehrn Tivadar S. J.[1] folytatott hasonló irányú méréseket ugyancsak Kalocsán, a szoláris konstáns meghatározása céljából. Ezenkívül dr. Lenkei V. D.[2] balatonalmádii fürdőorvos mérte saját módszerével[3] 1911-ben a napsütés kémiai megvilágító erejét és azt találta, hogy ez középértékben 1,520.000 Meter-Hefner-Sekundum volt. A maximumot 2,215.000 M.-H.-S.-nak találta. Szükséges azonban ezen megfigyeléseket rendszeresen végezni s azokat a spektrum egyes területeire is kiterjeszteni, hogy az egyes évszakok sugárzási jellegét is megkapjuk és hogy azok más helyeken nyert adatokkal összehasonlíthatók legyenek. E sugárzásviszonyok ismerete a mi klímánk körülírásához feltétlenül szükséges és azon biológiai hatásoknál fogva, amelyeket a sugárzás gyakorol, általános biológiai és speciális orvosi szempontból igen fontos. A mi ezirányú vizsgálatainknak ezek a megfigyelések csak egy részét képezik, mert ezeken kívül programmunkban a fény speciális biológiai hatásai is szerepelnek.

A jelen közlemény egyelőre csak a nyári megfigyeléseket — augusztus 10-től szeptember 10-ig, mintegy 18 napi teljes megfigyelés alapján — tartalmazza. Megfigyeléseink Tihanyra vonatkoznak: $\varphi = 46° 55'$, $\lambda = 17° 53'$, $H_b = 114{\cdot}92$ m A mérések közelebbi helyéül a biológiai intézet udvara szolgált, amely hely a nap pályáját illetőleg csak keletről szabad, míg tőle nyugatra az épület s kb. 100 m-re pedig a kb. 80 méter magas hegy — melyen az apátság és a falu épült — emelkedik. Ezért állomásunkon az augusztus és szeptember hónapokban a napsütéses autograph szerint a nap valamivel 5 óra előtt (napidő szerint) nyugodott. A későbbi órák adatai már a falura, tehát kb. 80 m-rel magasabb helyre, vonatkoznak.

Sugárzásméréseinket a Michelson—Marten-féle bimetall-aktinométerrel végeztük, melynek lényeges alkotórésze egy kb. 15—20 mm hosszú, 1—2 mm széles és 0·04—0·05 mm vastag platina-rézből, vagy platina-ezüstből, vagyl invár-vasból elektrolytikusan előállított bimetall-lemez, melynek mindkét oldala platina-korommal van bevonva. A lemez egyik vége egy tartóba van beforrasztva s a másik végére pedig egy kevéske schellackkal egy kicsi aluminium-mutató van erősítve, mely egy kis megvilágító tükröt tart. A tükör a leolvasó-mikroszkóp tengelyéhez 45°-ban hajlik s előtte — mint jel — egy finom quarzfonál van kifeszítve. A lemez egy belülről befeketített, masszív rézcilinderben axiálisan van elhelyezve, mely gyors temperatúra-ingadozásokat kiküszöböl. A lemez megvilágítása egy nyíláson keresztül történik. A mérés alapja az, hogy a napsugarak energiájukat az ú. n. abszolút fekete testnek, mint hőenergiát átadják s a lemeznek hőokozta elhajlása a quarzfonálhoz viszonyítva egy mikroszkópon leolvasható. A mérések előtt a készüléket mindenekelőtt horizontba kell hozni s egy diopter segítségével pontosan a napra beállítani. A készülék hátránya az, hogy csak relatív értékeket ad, ezért időnként Angström-, vagy Abbot-készülékkel kalibrálni kell.

[1] Angehrn Tivadar S. J., „A solaris konstans megállapítása a kalocsai sugárzásmérésekből." Budapest, 1909.

[2] Dr. Lenkey V. D., A Balaton mint gyógytényező. Budapest, Stephaneum-nyomda r.-t. 1912.

[3] Dr. Lenkey V. D., Gyógyászat. 1909.

Mivel az így kapott értékek a napsugárzásnak összes energiáját $\frac{\text{grcal}}{\text{min. cm}^2}$-ben adják, tekintet nélkül a spektrum egyes területeire, ezért alkalmas üvegfilterrel bizonyos spektrumterületeket kiiktathatunk, ezáltal egy bizonyos spektrumterület energiáját külön is meghatározhatjuk.

A napsugárzásnak vörös és ultravörös intenzitását egy 2 mm vastag üvegfilterrel (Schott F. 4512) határoztuk meg. Ezen filter áteresztéséről a Meteorolog. Zeitschr. 1924. számában C. Dorno részletesen beszámol. A vörös üveg áteresztése a rövid hullámhosszak felé 0·7 és 0·6 μ között praktikusan lineáris leesést mutat a 0-hoz. Planimetriásan kititrálva, a napsugárzásban jelenlévő vörös és ultravörös spektrumrészekre 85% áteresztés adódik. A filter üveg mögött mért intenzitáshoz ezért 17·5% még hozzászámítandó, hogy a valódi, a napsugárzásban jelenlévő vörös és ultravörös sugárzást megkapjuk. Ez a korrektúra a napmagasság és az atmoszféra vízgőz tartalma szerint 17·5% körül kisfokú ingadozást mutat, de tekintve a készülék hibahatárát, mégis jól megengedhető. A Schott-filterünk áteresztőképességére és abszorpciójára vonatkozólag a Dorno által megadott ezen értékeket akarjuk elfogadni, dacára Dorno megjegyzésének,[1] aki hangsúlyozza, hogy minden egyes filter átbocsátó-képességének pontos meghatározása szükséges és nem lehet minden egyes Schott-filter áteresztőképességét a fenti értékekre vonatkoztatni. Filterünk áteresztőképességét pontosan kititrálni azonban nem állott módunkban s a készítő gyár pedig csak a filter számát adta meg.

A napsugárzásnak látható és ibolyántúli spektrumrészét $\frac{\text{grcal}}{\text{min. cm}^2}$-ben az összsugárzás s a vörös és ultravörös sugárzá differenciájából számítottuk ki.

Mint mondottuk, jelen közleményben a nyári mérések eredményeiről, összesen 18 egész napi megfigyelésről számolunk be. Megfigyeléseinket három időszakra osztottuk, s az egyes időszakoknak középértékeit adjuk meg az alant felsorolandó nézőpontok szerint csoportosítva.

I. táblázatban a napsugárzásnak grcal-ban 1 perc alatt 1 cm²-re eső energiamennyiségét adjuk meg, *a)* alatt órák szerint, a merőleges felületre eső intenzitást, *b)* alatt a horizontális felületre eső intenzitást, *c)* alatt a napmagasság szerinti intenzitást.

II. táblázatban a vörös és ultravörös sugárzási intenzitást $\frac{\text{grcal}}{\text{min. cm}^2}$-ben, ugyancsak órák szerint a merőleges, illetve a horizontális felületre eső és a napmagasság szerinti eloszlásában.

III. táblázat a látható és ultraibolya-sugarak együttes intenzitását öleli fel ugyancsak a már említett szempontok tekintetbevételével. A sugárzásnak ez a része az, melyet általában a nap fiziológiásan érzékelhető[2] világosságának nevezhetünk. A nem látható ultraibolya-sugárzásra a látható sugarakkal szemben olyan csekély energia-quantum esik, hogy az elhanyagolható.

Ezen táblázatokban az órák középeurópai időt jelentenek, amelyeknél a valódi

[1] C. Dorno, „Grundzüge des Klimas von Muottas—Muraigl." S. 20. Vieweg, Braunschweig, 1927.
[2] C. Dorno Meteorolog. Zeitschr. 1925. S. 110.

napidő a megfigyelések tartama alatt átlagban 10 perccel kevesebb. A táblázatunkban szereplő Q-értékek az 1 nap alatt 1 cm²-re leeső energiát jelentik grcal-ban, amelyek kiszámítása — teljesen felhőmentes napok adataiból — úgy történt, hogy az egyes óráknak megfelelő intenzitást 60-nal szoroztuk és összegeztük. Az értékek azonban csak reggel 7 órától délután 5 óráig terjedő időtartamra vonatkoznak, mert mint már jeleztük, a nap állomásunkon valamivel 5 óra előtt nyugodott.

A készülékkel mi a merőleges felületre leeső energiát mérjük. Miután azonban fontos annak az ismerete, hogy a föld felszínére, tehát a horizontális felületre mennyi energia esik, ezért a merőleges beesés adataiból a horizontális felületre eső energiamennyiséget is kiszámítottuk, úgy, hogy az előbbieket szoroztuk a hozzátartozó napmagasságok sinuszával.

A merőleges felületre leeső energiának napmagasság szerinti összeállítása a különböző helyeken mért adatokkal való összehasonlítás nézőpontjából bír fontossággal. A napmagasság szerinti összeállításban a magasság fokain kívül a sugarak-átjárta levegőréteg nagyságát is megadtuk relatív értékben, amikor is egynek a zenitnek megfelelő levegőréteget vettük.

A napsugárzás összintenzitása természetszerűleg a reggeli óráktól a déli órákig emelkedik. A maximumot rendesen 12 óra körül éri el, s azután innét estefelé ismét süllyed. Az emelkedés legrohamosabb a kora reggeli órákban. De már reggel 7 órakor a maximális energiának kb. $^2/_3$ része esik a merőleges felületre. Ezen hirtelen emelkedés folytán a sugárzás reggel 9 órától délután 3 óráig már csak kb. 15—20%-ot ingadozik. A merőleges felületre eső összsugárzás maximumát augusztus 25-én délelőtt 11 órakor 1.395 grcal/min. cm²-értékben találtuk. A sugárzás intenzitása szeptember hó elején nagyobb volt, mint augusztus elején. A déli órákban több szerző az intenzitásban egy kis visszaesést észlelt, amelyet törvényszerűnek tekintenek és a vízgőz mennyiségével hoznak összefüggésbe. Mi egy ilyen depressziót csak az augusztus 21—30-ig terjedő periódusban észleltünk: 11 órakor 1.311, 11·30 órakor 1.286, 12 órakor 1.329 grcal/min. cm² volt mérhető. Mi ezen ingadozásnak törvényszerű jelentőséget nem tulajdonítunk, mert úgy gondoljuk, hogy ilyen mérvű ingadozás a nap más szakában is előfordul, de itt a nagyobb mérvű emelkedések, illetve csökkenések ezeket az ingadozásokat elnyomják. A merőleges felületre egész nap leeső összintenzitás (Q-normál) augusztus 21—30-i periódusban 714·18 grcal-val érte el maximumát.

Ezen értékeket máshol észleltekkel összehasonlítva, azt találjuk, hogy a déli intenzitás volt:

				Augusztusban	Szeptemberben
*Washington	$\varphi = 38° 9'$	$H_b =$	9	1·16	1·23
Varsó	$\varphi = 52° 2'$	$H_b =$	100	1·11	1·13
Potsdam	$\varphi = 52° 23'$	$H_b =$	85	1·15	1·24
Davos	$\varphi = 46° 8'$	$H_b =$	1559	1·44	1·45
Muottas—Muraigl (jul.—aug.)	$46° 32'$	$H_b =$	2456	1·54	—
Tihany	$\varphi = 46° 55'$	$H_b =$	115	1·275	1·32

* Hann: „Lehrbuch der Meteorologie". S. 38. IV. Aufl. Leipzig, 1926. Tauchnitz.

Ezen adatok szerint Tihanyban a déli intenzitás nagyobb volt, mint Potsdamban, Varsóban, Washingtonban, de jóval kevesebb, mint a magaslati sugárzó klímákon. A sugárzás déli intenzitását tekintve, tehát Tihany Davos mögött mintegy 10%-kal, Muottas-Muraigl mögött pedig kb. 20%-kal marad el. Meg kell jegyeznünk azonban azt, hogy egy ilyen összeállítás helyesen csak ugyanazon évnek megfelelő időszakai alapján lehetséges. Ezt meg is fogjuk tenni akkor, amikor az egész évi méréseink és más állomásoknak megfelelő adatai rendelkezésünkre állanak.

A napmagasság szerinti összeállításból kitűnik, hogy szeptember elején 50° napmagasság mellett annyi energia jutott a földre, mint augusztus végén 55° napmagasságnál és hogy augusztusban az 50° napmagasságnak megfelelő intenzitások lényegesen elmaradnak a szeptemberiek mögött. Ez általános törvényszerűség, amennyiben a sugárzás maximuma — évi lefutását illetőleg — rendesen áprilisra esik, azután fokozatosan csökken, úgy, hogy mélypontját augusztus hónapban éri el és szeptember hónapban ismét kb. a május—júniusi nívóra emelkedik.

A sugárzás intenzitása önmagában, mint a földrejutó energia összmennyiségének mértéke, nem elégítheti ki a biológus kívánságait, mert hiszen a különböző hullámhosszú sugaraknak jellegzetes biológiai hatásaik is vannak. Ezért nem érdektelen megnézni azt, hogy ebből az összintenzitásból különböző hullámhosszúságú sugarak milyen arányban veszik ki részüket. Mint említettük, egy vörös filter alkalmazásával 2 részre különítettük a nap spektrumát s ezáltal megkaptuk a vörös és ultravörös és másrészt a látható és ultraibolya-sugarakra eső energia-mennyiséget. Fontos lett volna az ultraibolya-sugarakat külön is meghatározni, mert ezek bírnak a legkifejezettebb biológiai hatásokkal s ezek számíthatnak a legnagyobb érdeklődésre az orvos szempontjából is, de erre szolgáló eszközünk ebben az időben még nem állott rendelkezésünkre.

II. táblázatunk a *vörös* és *ultravörös* intenzitást tünteti fel. Ennek lefutása a déli órákban valamivel visszamarad a napsugárzás összintenzitása mögött.

A III. táblázatban a *látható* és *ultraibolya*-sugarakra eső energiamennyiség van feltüntetve kb. 650 $\mu\mu$-tól lefelé. Lefutása a déli órákban erősebb emelkedést mutat, mint az összsugárzás.

A *sugárzás összetételéről* áttekinthetőbb felvilágosítást a IV. táblázat ad, melyben napmagasság szerint a vörös és ultravörös sugárzás intenzitása van feltüntetve az összintenzitáshoz viszonyítva, ha az összintenzitást 1-nek vesszük. Ezen értékekből kitűnik az a régen ismeretes tény, hogy a sugárzásban a hosszabb hullámhosszú sugarak annál nagyobb helyet foglalnak el, minél kisebb a napmagasság, illetőleg minél nagyobb a levegőréteg, amelyen áthaladnak. Ilyenformán eltekintve a legalacsonyabb napmagasságkor, alkonyatkor mért intenzitásoktól, amikor az összes sugárzásnak 75—80%-át teszik ki a vörös-ultravörös sugarak, 20° napmagasságnál (2·91 levegőréteg) a vörössugarak délelőtt már csak 70%-ot, délután pedig 65—71%-ot tettek ki. Ez az érték fokozatosan csökken, úgy, hogy a legmagasabb napállásnál középértékben 64·5%-ra süllyedt, vagyis a rövidebb hullámhosszú sugarak viszont a kb. reggel 7 órának megfelelő 20° napmagasságban 30%-ról délig kb. 36·5%-ig emelkedtek. A vörössugárzásnak legalacsonyabb értékét augusztus 16-án délelőtt 55° napmagasságnál 62·4%-ban találtuk.

Ezen számoknak jelentőséget ugyancsak ezen vizsgálatoknak folytatása adhat,

valamint az összehasonlítás más állomásokon nyert adatokkal. Néhány ilyen adat pl. a következő:[1] 40° napmagasság mellett volt

Muottas—Muraigl-ban	vörös-ultravörös	I = 0·909,	vörös-ultravörös	% = 64·3
Davos	„	I = 0·870	„	% = 60·1
Potsdam	„	I = 0·719	„	% = 66·6
Tihany	„	I = 0·767	„	% = 65·5

Ezek szerint a tihanyi vörössugárzás intenzitása 40° napmagasság mellett általában nagyobb, mint Potsdamban, de kisebb, mint a hegyvidéki állomásokon. A százalékos összetételt illetőleg pedig a tihanyi sugárzás kevesebb vörös-ultravörös sugarat tartalmaz, mint a potsdami, sőt a davosi, de többet, mint a még magasabb fekvésű Muottas-Muraigl. Feltűnő tehát ezekben a számokban az, hogy a tihanyi sugárzás aránylag sok rövidebb hullámhosszúságú sugarat tartalmaz. Úgy látszik nem tévedünk, mikor ezt a tavi párolgással hozzuk összefüggésbe, miután a vízgőz a hosszabb hullámhosszú sugarakat intenzívebben nyeli el.

A sugaraknak az atmoszférában való sorsát illetőleg legjobb felvilágosítást a transzmissziós koefficiens ad, amely azt mondja meg, hogy az atmoszféra felső szélére eső sugarak mennyire gyengülnek az út egységén való áthaladás közben. A transzmissziós koefficiens kiszámítása végett ismerni kell a napnak az atmoszféra széléhez érkező energiáját, vagyis a szoláris állandót. Ennek értékéül 1.932 grcal/min. cm²-t fogadtunk el. Ebből és az észlelt intenzitásból, továbbá a hozzátartozó légköri útból a transzmissziós koefficienst a következő Bourguer—Lambert-képlet alapján számítottuk ki:

$I = I_0 . q^z$ ahol I a mért intenzitás, I_0 a szoláris állandó, z pedig a sugárzástól átfutott levegőbeli út, ha a zenithez tartozót 1-nek vesszük, q pedig a transzmissziós koefficiens. Ezen képletből:

$\log . q = \frac{\log I - \log I_0}{z}$. E képlet még a nap-földtávolságot illetőleg szorulna korrekcióra, melyet azonban mi elhanyagoltunk.[2]

A transzmissziós koefficiensek az V. táblázatban vannak összeállítva, és pedig *a)*-rovatban az összesugárzásra, *b)*-rovatban a vörös és ultravörös, *c)*-rovatban a látható és ultraibolya sugárzásra vonatkozólag. Ezen utóbbiak kiszámítását illetőleg meg kell jegyeznünk azt, hogy a vörös + ultravörös sugárzás szoláris állandóját Dorno nyomán 1.068 grcal/min. cm²-nek vettük, a látható és ultraibolya-sugarak szoláris állandóját pedig 1.932—1.068 = 0.864 grcal/min. cm²-nek.

A transzmissziós koefficiens általában annál kisebb, minél nagyobb az átjárt levegőréteg s minél nagyobb a légkör sugáremésztő képessége. Vagyis ugyanazon levegőösszetételt feltételezve, minél alacsonyabb fekvésű helyen észlelünk, annál kisebb a transzmissziós koefficiens. A magasfekvésű és szárazlégkörű Davos nyári transzmissziós koefficiense* az összintenzitásra vonatkozólag 0.815, s a még maga-

[1] C. Dorno: „Grundzüge d. Klimas v. Muottas-Muraigl". S. 40.

[2] E helyen köszönjük meg Wodetzky József dr. tanár úrnak azt a sok szívességet, mellyel bennünket kísérleteink matematikai részét illetőleg támogatott.

* C. Dorno: Grundzüge d. Klimas v. Muottas—Muraigl S. 29.

sabb fekvésű Muottas-Muraigl-é pedig 0.845. A mi transzmissziós koefficiensünk 2 légköri útra számítva 0·732, amely érték tehát világosan mutatja, hogy mennyivel kevesebb sugárzás érkezik el hozzánk, mint a magaslati klímákra. Az egyes hullámhosszúságok transzmissziós koefficiensei olyképen különbözők, hogy a hullámhosszúsággal egyértelműleg nőnek. A vörös és ultravörös transzmissziós koefficiense** Muottas-Muraigl-ben július-augusztus hónapokra 2 légköri útra számítva 0.952 volt, a mi koefficiensünk pedig ugyanezen filterrel augusztus-szeptember hónapokban meghatározva 0.804.

Az 5. táblázat *a)*-rovata az összsugárzásra vonatkozólag a 2 levegőréteg mellett, ami 30°napmagasságnak, illetőleg kb. délelőtt 7 órának és délután 4 órának felel meg, még az 1.31 légköri útra számított transzmissziós koefficienst is tartalmazza, mely utóbbi 50° napmagasságnak, átlagban délelőtt 10·30 órának és délután 1 órának felel meg. Ha az atmoszféra zavartalan volna, akkor a déli transzmissziós koefficienseknek ugyanakkoráknak kellene lenni, mint a reggelieknek, vagy mint a délutániaknak. Ezzel szemben táblázatunkból azt látjuk, hogy a déli koefficiensek sokszor kisebbek, mint a reggeliek. Ennek oka az, hogy az atmoszférának a sugárelnyelőképessége időközben nagyobbodott. A déli sugárzásból tehát *aránylag* kevesebb esik le a Balaton partjára, mint a reggeliből.

Ha most azt kutatjuk, hogy milyen sugárféleség az, amely a déli órákban az atmoszféra elnyelő hatásának leginkább áldozatul esik, úgy arra táblázatunknak *b)*-, illetőleg *c)*-rovata nyujt felvilágosítást. A *b)*-rovatból először is az tűnik ki, hogy a vörös + ultravörös sugarak transzmissziós koefficiense 2 légrétegre számítva 0.804, tehát jóval nagyobb, mint az összsugárzásnak megfelelő 0.732 érték, és még jóval nagyobb, mint a rövidebb hullámhosszú sugaraknak a *c)*-rovatban található 0.630 transzmissziós koefficiense. Ez annak a közismert törvényszerűségnek a visszatükröződése, hogy a transzmissziós koefficiens a hullámhosszúsággal arányosan nő, vagyis, hogy az atmoszféra a hosszabb hullámhosszúságú sugarakat jobban átengedi, mint a rövidebbeket. Az összsugárzás transzmissziós koefficiense tehát mindig középhelyet foglal el a két véglet között.

Ha most már a különböző levegőutakra számított, vagyis a különböző napszakoknak megfelelő transzmissziós koefficienseket hasonlítjuk össze, akkor azt látjuk, hogy a vörös és ultravörös sugarak koefficiense dél felé inkább valamivel emelkedik (0.804-ről 0.811-re). Ezzel szemben a látható és ultraibolya sugaraké pedig erősen csökkent (0.630-ról 0.611-re). Vagyis a déli órákban az atmoszférában oly irányú változás ment végbe, hogy ezek a sugarak az út egysége alatt erősebben gyengültek. Természetes azonban, hogy a földre jutó sugarak abszolút mennyisége a transzmissziós koefficiensek csökkenése dacára is dél felé nagyobbodik, mert a sugarak átfutotta út aránylag nagyobb mértékben csökken, mint a transzmissziós koefficiens. Mindössze is azt jelenti, hogy ha atmoszféránkban ez a bizonyos zavaró körülmény a déli órákban nem volna jelen fokozott mértékben, akkor a déli napsütés rövid hullámhosszúságú része még erősebb volna. A rövid hullámhosszú sugarak intenzitása

** C. Dorno: Grundzüge d. Klimas v. Muottas—Muraigl S. 38. Dorno a transzmissziós koefficienseit a nap-föld középtávolságra redukálja.

dél felé még így is nagyobb mértékben növekszik (l. III. táblázat), mint a vörös és ultravörös sugarak intenzitása.

Ha ezek után a sugárzás intenzitásának abszolút értékeit és a transzmissziós koefficiensek viselkedését más, főleg magaslati klíma alatt nyert adatokkal összehasonlítva, azt találtuk, hogy a sugárzás intenzitása Tihanyban jóval kisebb, úgy még arra a kérdésre kell kitérnünk, hogy a sugárzás aránylagos összetétele hogyan viszonylik más, nevezetesen magaslati klímák sugárzásának összetételéhez. Ennek áttekintésére a IV. táblázatunk legalsó két vízszintes rovata szolgál, amelyben a tihanyi sugárzás vörös és ultravörös tartalma van szembeállítva a magaslati Muottas-Muraigl július—augusztusi adataival. Ebből az összehasonlításból az a meglepő eredmény tűnik ki, hogy a tihanyi sugárzás qualitatív összetétele igen közel áll a Muottas-Muraigl sugárzásának összetételéhez. Úgy gondoljuk, hogy ez a körülmény a nagy vízfelület közelségéből adódik, mert a felszálló páratömeg a vörös és ultravörös sugarakat szelektíve abszorbeálja. Addig azonban, amíg hazánkban ilyen nagyobb vízfelülettől távol eső helyen párhuzamos mérések felett nem rendelkezünk, ez a magyarázat csak feltevés marad. A tény azonban maga a tóparti klíma több jelenségét magyarázhatja.

A napsugárzáson kívül a napsütés tartamát is regisztráltuk Campbell—Stokes-műszerrel. E szerint augusztus hónapban 5-től kezdve csak egy napon nem volt napsütés. Középértékben augusztusban a napsütés 8·7 volt. Maximumát 25-én 11·5 egységben mértük. Szeptemberben négy napon (14., 15., 23., 24-én) nem sütött a nap. Maximuma 2-án és 5-én 11·0 egységgel. Az egész hónap átlagának pedig 5·7-et találtunk.

Összefoglalás: Tihanyban Michelson—Marten-féle bimetall-aktinométerrel eszközölt sugárzásmérések szerint a napsugárzás összintenzitása augusztus 10-től szeptember 10-ig terjedő időben középértékben 1.292 grcal/min. cm² maximális energiát tüntet fel (déli intenzitás). A merőlegesen beeső napi összes energia Q-normal 694.88 grcal, a horizontális felületre eső energia pedig Q-horizontális 461.96 grcal volt. Ebből az energiából maximálisan 0.825 grcal/min. cm² esik a vörös és ultravörös sugarakra, s 0.468 pedig a látható és ultraibolya-sugarakra. A vörös és ultravörös-sugarak Q-normálisa 455.98, Q-horizontálisa pedig 301.92 grcal. A rövidebb hosszúságú hullámok Q-normálisa 238.56, Q-horizontálisa pedig 161.74 grcal-nak találtatott. Az összes sugárzás transzmissziós koefficiense 2 légköri útból számítva 0.732, a vörös + ultravörös-sugarak transzmissziós koefficiense 0.804, a rövidebb hullámhosszaké pedig 0.630-nak találtatott. Az összsugárzás transzmissziós koefficiense és még jobban a látható és ibolyántúli-sugarak transzmissziós koefficiense kisebb légköri útból számítva, vagyis a déli órákban kisebbednek, ami valamely sugáremésztő tényezőnek az atmoszférában való fellépésére mutat. A tóparti sugárzás qualitatív összetétele majdnem teljesen megegyezik a magaslati (2.456 m) Muottas-Muraigl sugárzásának qualitatív összetételével, amely körülmény — úgy hisszük — a tóparti klíma jellegzetességeinek felderítésére lesz alkalmas.

Ezen munka a Magyar Természettudományi Kutatóalap támogatásával készült.

Tabelle I. táblázat.

A napsugárzás összintenzitása — Gesamtintensität der Sonnenstrahlung $\left(\frac{grcal}{min.\ cm.^2}\right)$

a) Órák szerint (merőleges felületre eső intenzitás). — Intensität der senkrecht auffallenden Strahlung nach Tageszeit.

Megfigyelés órái — Stunden	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	Q_{normal} gr/cal
Megfigyelés ideje — Zeit														
Augusztus 10—16	—	0·923	1 069	1·168	1·208	1·228	1·223	1·209	1·155	1·088	0·930	—	—	673·32
Augusztus 21—30	0·393	0·858	1·062	1·186	1·285	1·311	1·329	1·317	1·280	1 214	1·061	0 878	0·367	714·18
Szeptember 5—10	—	0·862	1·039	1·184	1·273	1·308	1·324	1·298	1·230	1·140	0·961	0·701	—	697·14
Középérték — Mittelwerte	0·393	0·881	1·057	1·179	1·255	1·282	1·292	1·274	1·222	1·147	0·984	0·789	0·367	694·88

b) Órák szerint (horizontális felületre eső intenzitás). — Auf die horizontale Fläche entfallende Intensität.

Megfigyelés órái — Stunden	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	$Q_{horiz.}$ gr/cal
Megfigyelés ideje — Zeit														
Augusztus 10—16	—	0·386	0·613	0·806	0·956	1·035	1·046	0·990	0·866	0·707	0·458	—	—	471·78
Augusztus 21—30	0·051	0·317	0·549	0·780	0·971	1·062	1·097	1·041	0·910	0·772	0 488	0·201	0·048	479 ·2
Szeptember 5—10	—	0·286	0·502	0·722	0·900	1·001	1·028	0·966	0 823	0 633	0·397	0·140	—	434·88
Középérték — Mittelwerte	0·051	0·330	0·555	0·769	0·942	1·032	1·057	0·999	0·866	0·704	0·448	0·170	0·048	461·96

c) Napmagasság és légréteg szerint. — Abhängigkeit von der Sonnenhöhe und Luftmasse.

Napmagasság — Sonnenhöhe	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Légréteg — Luftmasse	10·8	5·7	3·8	2·92	2·46	2·00	1·77	1·56	1·42	1·31	1·22
Megfigyelés ideje—Zeit											
Augusztus 10—16 a. m.	—	—	—	—	0·923	0·988	1·067	1·125	1·173	1·198	1·218
Augusztus 10—16 p. m.	—	—	—	—	0·836	0·913	0·978	1·044	1·118	1·179	1·209
Augusztus 21—30 a. m.	—	—	—	—	0·952	1·057	1·125	1·183	1·235	1·280	1·321
Augusztus 21—30 p. m.	0·465	0·735	0·909	0·989	1·068	1·126	1·190	1·237	1·274	1·303	1·326
Szeptember 5—10 a. m.	—	—	—	0·873	0·970	1·058	1·133	1·215	1·276	1·313	—
Szeptember 5—10 p. m.	0·375	0·627	0·772	0·874	0·968	1·069	1·153	1·213	1·268	1·324	—
Középérték a. m.	—	—	—	0·873	0·948	1·034	1·108	1·174	1·228	1·264	1·269
Mittelwerte p. m.	0·420	0·681	0·841	0·931	0·957	1·036	1·107	1·165	1·220	1·269	1·268

Tabelle II. táblázat.

Vörös + ultravörös intenzitás — Rot + Ultrarote Intensität $\left(\frac{grcal.}{min.\ cm^2}\right)$

a) Órák szerint (merőleges felületre eső intenzitás). — Intensität der senkrecht auffallenden Strahlen nach Tageszeit.

Megfigyelés órái — Stunden	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	Q_{normal} gr/cal
Megfigyelés ideje — Zeit														
Augusztus 10—16	—	0·605	0·712	0·769	0·775	0·786	0·788	0·776	0·774	0·718	0·640	—	—	440·58
Augusztus 21—30	0·345	0·597	0·706	0·778	0·824	0·841	0·843	0·842	0·837	0·812	0·736	0·636	0·307	468·96
Szeptember 5—10	—	0·607	0·689	0·766	0 811	0·832	0·844	0·843	0·806	0·762	0 680	0·532	—	458·40
Középérték — Mittelwerte	0·345	0·603	0·702	0·771	0·803	0·819	9·825	0·820	0·806	0·764	0·685	0·584	0·307	455·98

b) Órák szerint (horizontális felületre eső intenzitás). — Auf die horizontale Fläche entfallende Intensität.

Megfigyelés órái — Stunden	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	$Q_{horiz.}$ gr/cal
Megfigyelés ideje — Zeit														
Augusztus 10—16	—	0·253	0·408	0·534	0·613	0·662	0·674	0·636	0·581	0·466	0·315	—	—	308·52
Augusztus 21—30	0·045	0·221	0·366	0·511	0·623	0·681	0·696	0·665	0·595	0·517	0 339	0·145	0·040	312·84
Szeptember 5—10	—	0·202	0·333	0·467	0·574	0 636	0·655	0·627	0·539	0·423	0·284	0·106	—	284·40
Középérték — Mittelwerte	0·045	0·225	0·369	0·504	0·603	0·660	0·675	0·643	0·572	0·469	0·313	0·126	0·040	301·92

c) Napmagasság szerint. — Abhängigkeit von der Sonnenhöhe.

Napmagasság — Sonnenhöhe	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Légréteg — Luftmasse	10·8	5·7	3·8	2·92	2·46	2·00	1·77	1·56	1·42	1·31	1·22
Megfigyelés ideje — Zeit											
Augusztus 10—16 a. m.	—	—	—	—	0·605	0·662	0·715	0·745	0·769	0·774	0·782
Augusztus 10—16 p. m.	—	—	—	—	—	0·584	0·633	0·680	0 728	0·762	0·777
Augusztus 21—30 a. m.	—	—	—	—	0·652	0·708	0·751	0·781	0·806	0·827	0·857
Augusztus 21—30 p. m.	0·325	0·470	0·583	0·647	0·711	0·768	0·801	0·821	0·834	0·840	0·853
Szeptember 5—10 a. m.	—	—	—	0·611	0·645	0·701	0·741	0·782	0 813	0·833	—
Szeptember 5—10 p. m.	0·302	0·488	0·570	0·624	0·684	0 728	0·770	0·795	0·826	0·844	—
Középérték a. m.	—	—	—	0·611	0·634	0·690	0·736	0·769	0 796	0·811	0·820
Mittelwerte p. m.	0·314	0·479	0·577	0·636	0·697	0·693	0·735	0·765	0·796	0·815	0·915

Tabelle III. táblázat.

Látható + ultraibolya intenzitás. — Sichtbar — Ultraviolette Intensität (Helligkeit) $\left(\frac{grcal}{min.\ cm^2}\right)$

a) Órák szerint (merőleges felületre eső intenzitás). — Intensität der senkrecht auffallenden Strahlung.

Megfigyelés órái — Stunden	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	$Q_{norm.}$ gr/cal
Megfigyelés ideje — Zeit														
Augusztus 10—16.	—	0·318	0·357	0·399	0·433	0·442	0·435	0·433	0·381	0·370	0·290	—	—	231·48
Augusztus 21—30.	0·048	0·261	0·356	0·408	0·461	0·470	0·486	0·475	0·443	0·402	0·325	0·242	0·060	245·22
Szeptember 5—10.	—	0·255	0·350	0·418	0·462	0·476	0·484	0·455	0·424	0·378	0·281	0·169	—	238·98
Középérték — Mittelwerte	0·048	0·278	0·354	0·408	0·452	0·463	0·468	0·454	0·416	0·383	0·299	0·206	0·060	238·56

b) Órák szerint (horizontális felületre eső intenzitás). — Auf die horizontale Fläche entfallende Intensität.

Megfigyelés órái — Stunden	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	$Q_{norm.}$ gr.cal
Megfigyelés ideje — Zeit														
Augusztus 10—16.	—	0·133	0·205	0·277	0·343	0·373	0·372	0·355	0·330	0·261	0·143	—	—	167·52
Augusztus 21—30.	0·006	0·097	0·184	0·268	0·348	0·381	0·401	0·375	0·315	0·256	0·150	0·055	0·008	166·50
Szeptember 5—10.	—	0·085	0·169	0·255	0·323	0·364	0·376	0·338	0·283	0·210	0·117	0·034	—	151·20
Középérték — Mittelwerte	0·006	0·105	0·186	0·267	0·338	0·373	0·383	0·356	0·309	0·242	0·137	0·045	0·008	161·74

c) Napmagasság szerint. — Abhängigkeit von der Sonnenhöhe.

Napmagasság — Sonnenhöhe	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Légréteg — Luftmasse	10·8	5·7	3·8	2·92	2·46	2·00	1·77	1·56	1·42	1·31	1·22
Megfigyelés ideje — Zeit											
Augusztus 10—16. a. m.	—	—	—	—	0·318	0·326	0·352	0·380	0·404	0·424	0·436
p. m.	—	—	—	—	—	0·329	0·345	0·364	0·390	0·417	0·432
Augusztus 21—30. a. m.	—	—	—	—	0·300	0·349	0·374	0·402	0·429	0·453	0·464
p. m.	0·140	0·265	0·326	0·342	0·357	0·358	0·389	0·416	0·440	0·463	0·473
Szeptember 5—10. a. m.	—	—	—	0·262	0·325	0·357	0·392	0·433	0·463	0·480	—
p. m.	0·073	0·139	0·202	0·250	0·284	0·341	0·383	0·418	0·442	0·480	—
Középérték a. m.	—	—	—	0·262	0·314	0·344	0·372	0·405	0·432	0·452	0·450
Mittelwerte p. m.	0·107	0·202	0·264	0·296	0·321	0·343	0·372	0·399	0·424	0·453	0·453

Tabelle IV. táblázat.

Napsugárzás vörös + ultravörös tartalma. $\left(\frac{Vörös + ultravörös}{Összintenzitás}\right)$ *Rot + Ultrarotgehalt der Sonnenstrahlung.* $\left(\frac{Rot + Ultrarot}{Gesamtintensität}\right)$

Napmagasság — Sonnenhöhe		5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
Légréteg — Luftmasse		10·8	5·7	3·8	2·92	2·46	2·00	1·77	1·56	1·42	1·31	1·22	1·15
Megfigyelés ideje — Zeit													
Augusztus 10—16	a. m.	—	—	—	—	0·655	0·670	0·670	0·662	0·655	0·646	0·642	—
	p. m.	—	—	—	—	—	0·640	0·647	0·651	0·651	0.646	0·642	—
Augusztus 21—30	a. m.	—	—	—	—	0·685	0·670	0 668	0·660	0·653	0·646	0·649	—
	p. m.	0·699	0·639	0·641	0·654	0·666	0·682	0·673	0 664	0·655	0·645	0·643	—
Szeptember 5—10	a. m.	—	—	—	0·700	0·665	0·663	0·654	0·644	0·637	0·634	—	—
	p. m.	0·805	0·778	0·738	0·714	0·707	0·681	0·667	0·655	0·651	0·637	—	—
Középérték — Mittelwerte	a. m.	—	—	—	0·700	0·668	0·668	0·664	0·655	0·648	0·642	0·645	–
	p. m.	0·752	0·709	0·689	0·684	0·687	0·668	0·662	0·656	0·652	0.642	0·642	—
Muottas—Muraigl 1923 jul. 23—aug. 2 nach Dorno után	a. m.	—	—	0·696	0 659	0·666	0·658	0·646	0·639	0·638	0·639	0·645	0·643
	p. m.	0·821	0·751	0·673	0·674	0·671	0·661	0·650	0·647	0·642	0·640	0·639	0 636

Tabelle V. táblázat.

Transzmissziós koefficiensek a különböző hullámhosszakban. — Transmissionskoefficienten.

	A. Összsugárzás — Gesamtstrahlung				B. Vörös+ultravörös — Rot+ultrarot				C. Látható+ultraibolya — Helligkeit			
Légréteg — Luftmasse	2·00		1·31		2·00		1·31		2·00		1·31	
Megfigyelés ideje — Zeit												
Augusztus 10—16 a. m.	0·715		0·694		0·787		0·782		0·614		0·581	
p. m.		0·687		0·686		0·739		0·773		0·617		0·574
Augusztus 21—30 a. m.	0·740		0·730		0·814		0·823		0·636		0·611	
p. m.		0·763		0·740		0·848		0·833		0·644		0·621
Szeptember 5—10 a. m.	0·740		0·745		0·810		0·827		0·643		0·639	
p. m.		0·744		0·749		0·826		0·836		0·628		0·639
Középérték a. m.	0·732		0·723		0·804		0·811		0·631		0·610	
Mittelwerte p. m.		0·732		0·725		0·805		0·814		0·630		0·611

STRAHLUNGSMESSUNGEN IN TIHANY.

Von Dr. A. Belák, Professor der Hygiene
und Dr. St. Gärtner, Assistent an der Tisza István Universität in Debrecen.

Wir haben die Sonnenscheindauer und die Strahlung gemessen.

Nach dem Campbell—Stokes-Instrument haben wir im August nur einen einzigen sonnenlosen Tag gehabt. Mittel der Sonnenscheindauer betrug im August 8·7 Einheiten, Maximum am 25-ten mit 11·5. Im September hatten wir 4 sonnenlose Tage (4., 15., 23., 24.), Maximum am 2-ten und 5-ten mit 11 Einheiten. Monatsdurchschnitt 5·7 Einheiten.

Strahlungsmessungen wurden in Ungarn in Kalocsa im Jahre 1908 von Julius Fényi und im Jahre 1909 von Tivadar Angehrn mit dem Pyrheliometer von Angström zwecks Bestimmung der Solarkonstante ausgeführt. Am Balaton (Almádi) hat der Badearzt Dr. V. D. Lenkey (1911) mit einer eigenen Methode die chemisch wirksame Helligkeit beobachtet und gefunden, dass zwischen 10 und 2 Uhr dieselbe im Durchschnitt 1,520.000 Meter-Heffner-Sec. betrug. (Maximum 2,215.000 M. H. S.)

Unsere Strahlungsmessungen wurden von 10. August bis zum 10-ten September mit dem Bimetallaktinometer nach Michelson—Marten ausgeführt. Ausser der Gesamtstrahlung haben wir noch den rot-ultraroten Teil des Spektrums mit Hilfe eines Schottfilters gemessen, durch welches das Spektrum zwischen 0·7 μ und 0·6 μ Wellenlänge ganz scharf in zwei Teile getrennt wird (Filter No. F 4512). Demgemäss konnten wir in unseren Tabellen No. I—III. neben der Gesamtstrahlung auch die rot-ultrarote, sowie die sichtbare-ultraviolette (Helligkeit) Intensität angeben. In diesen Tabellen sind die auf die senkrechte und auf die horizontale Fläche auffallenden Energiemengen in grcal/min. cm² nach Tageszeit geordnet und die auf die senkrechte Fläche gefallene Energie nach Sonnenhöhe aufgezeichnet. Aus den Stunden-Werten sind auch die Tageswerte d. h. die in einem Tage auf ein cm² gefallene gr. Kalorien (Q-normal und Q-horizontal) berechnet. Die Stunden sind in mitteleuropäischer Zeit angegeben; die Sonnenzeit ist um durchschnittlich etwa 10 Minuten weniger.

Es wurden folgende Zahlen gefunden:

Maximum der Gesamtstrahlung (25. VIII. 11^h a. m.)	1·395	grcal/min. cm²
„ „ „ im Mittel (10. VIII.—10. IX.)	1·292	„
„ „ Rot + Ultrarotintensität im Mittel	0·825	„
„ „ Sichtbar + Ultraviolettintensität im Mittel	0·468	„
Q normal Gesamtstrahlung Mittelwerte	695	grcal
„ „ Rot + Ultrarotintensität Mittelwert	456	„
„ „ Sichtbar + Ultraviolettintensität Mittelwert	238	„
„ horizontal Gesamtstrahlung Mittelwerte	462	„
„ „ Rot + Ultrarot „	302	„
„ „ Sichtbar + Ultraviolett Mittelwert	161	„

Vergleichen wir diese Werte mit denen von anderen Stationen, so finden wir, dass die Mittagsintensität bei uns grösser ist als in Potsdam, Warschau, Washington,

dagegen kleiner, als im Höhenklima Davos. Muottas-Muraigl. Gegenüber Davos blieb Tihany mit etwa 10% und Muottas-Muraigl mit etwa 20% zurück.

In der Tabelle IV. ist der Rot+Ultrarotanteil der Gesamtstrahlung nach Sonnenhöhen berechnet. Ein Vergleich mit anderorts gefundenen Werten zeigt, dass die Rot+Ultrarotstrahlung einen verhältnismässig geringen Prozentsatz der Gesamtstrahlen ausmacht. De Rot+Ultrarotanteil ist selbst in Davos grösser, als in Tihany. Wir erblicken darin eine spezielle Eigenschaft unseres Seeklimas, welche vermutlich auf der Rot+Ultrarotabsorption des Wasserdampfes beruht.

Der Wert des Transmissionskoeffizienten — berechnet aus Luftmasse 2 (Tab. V.) — beträgt im Mittel 0·732 für die Gesamtstrahlung, 0·804 für die Rot+Ultrarotstrahlung und 0·630 für die Sichtbar+Ultraviolettestrahlung. Sie bleiben selbstverständlich hinter den entsprechenden Zahlen des Höhenklimas zurück (Davos 0·815. Muottas-Muraigl 0·845 für die Gesamtstrahlung). Werden die Transmissionskoeffizienten für eine kleinere Luftmasse (z. B. 1·31, s. Tab. V.) berechnet, so sehen wir, dass derselbe für die Gesamtstrahlung und besonders für die sichtbare + ultraviolette Strahlung kleiner, für die rote + ultrarote Strahlung etwas grösser ausfällt. Das bedeutet nun soviel, dass die Atmosphäre gegen die Mittagsstunden für die kurzwelligen Strahlen weniger durchlässig ist, als in der Früh oder Abends. Da jedoch der Zuwachs der Strahlenzährung der Atmosphäre für die kurzwelligen verhältnismässig doch geringer ist, als die Abnahme der Luftmasse, so ist der Anteil an den kurzwelligen bei einem höheren Sonnenstand doch grösser (Tab. IV.).

Um das Strahlungsklima unseres Landes und speziell des Balatonufers näher kennen zu lernen, sind weitere systematische Beobachtungen nötig und wir hoffen, dass durch diese auch unser Befund über die eigenartige spektrale Zusammensetzung der Sonnestrahlung am Balaton eine Bestätigung und Erweiterung finden wird.

(Ausgeführt mit Unterstützung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Forschungsfondes.)

A TIHANYI ELSŐRENDŰ METEOROLÓGIAI ÁLLOMÁS.

Irta: DR. RÉTHLY ANTAL egyet. m. tanár.

Midőn 1928 júliusában először voltam a *Magyar Biológiai Kutatóintézetben*, örömmel láttam azt a komoly érdeklődést, ami az időjárási megfigyelések iránt már kezdettől fogva egészen természetszerűleg mutatkozott. Egy elsőrendű meteorológiai állomás műszerfelszerelése jóformán együtt volt, midőn dr. *Verzár* Frigyes professzor úr felkért, hogy terjesszek elő javaslatot, hogy mit és hogyan kell megfigyelni, valamint készítsek egy tervrajzot az állomás mai műszereinek szabályszerű felállítására. Szívesen vállaltam e megbízást, amelynek eredményeképen már augusztus első napjaiban a második és harmadik ábrán látható tervrajzok szerint nyerték a műszerek elhelyezésüket és így ma Tihanyban van Magyarország legszebben elhelyezett meteorológiai műszerparkja és az észlelések is minden tekintetben mintaszerűen végeztetnek. Az első ábrán látjuk az egész meteorológiai állomás képét.

A meteorológiai állomásra vonatkozólag a következőket kell még megjegyeznem:

A 13.435. számú Fuess állomási higanybarométer a Biológiai Intézet alagsorában nyert elhelyezést. Az első ábrán b-vel jelölt helyen. A műszer állandója a budapesti normál barométerrel szemben +0·3 mm. A barométer 0 pontjának tengerszint feletti magassága 107·5 méter. 1928 október hó végéig a műszer a főépület II. emeletén volt felfüggesztve 114·94 m magasságban. November elsejével került az új helyre, ahol egyúttal a Richard-féle barograph is elhelyezést nyert. A barométer 0 pontjának nivellálását kérésemre a balatoni kikötő építési felügyelőség volt szíves elvégeztetni. *Galambos* Jenő m. kir. főmérnök és *Zoltán* Béla szig.-mérnök urak szeptember 10-én végezték el a lejtmérést.

A légnyomásnak tengerszíni reductiós táblázatát a VI. táblázatban közöljük.

Az I—IV. táblázatban, valamint az V. összesítésben is közölt légnyomási adatok már mind 107·5 méterre vonatkoznak, mert a régi helyen történt észlelések +0·8 mm-rel javíttattak. Ezen táblázatokban egyúttal már figyelembe vétetett a barométer állandója is, azonban a gravitációs korrekció nincsen alkalmazva.

A műszerpark a főépülettől 28 m távolságban keletre van felállítva. A tőle északkeletre megrajzolt akvárium (A), valamint délnyugatra megrajzolt növényház ez időszerint még nem állanak, hanem felépítésük után sem fognak meteorológiai megfigyelések szempontjából számottevő zavart okozni. A Balaton vize az állomástól 55 m-re van és így ez az egész Balaton mentén a vízhez legközelebb eső és legszabadabb meteorológiai állomásunk.

A műszerpark hossza 13 méter és szélessége 5 méter. A talaj durva mészkőtörmelékkel van borítva. Itten a következő műszerek nyertek felállítást:

1. Redőnyös angol hőmérőházikó: *a)* August psychrométer (egy száraz és egy nedves hőmérő); *b)* Fuess maximum-hőmérő; *c)* Fuess minimum-hőmérő; *d)* Fuess thermograph; *e)* Fuess hygrograph.

A száraz hőmérő gömbjének a talajszint feletti magassága 185 cm. A telep szintjének tengerszintfeletti magassága 106·0 méter.

Abb. 1. ábra.

2. Wild nyomólapos szélvitorla, 6 m magasan.

2. Inzolációs maximum-hőmérő a talaj fölött 166 cm-re.

4—5. Két kis asztalka, amelyek betonalapba ágyazott oszlopon állanak. Ezek különleges megfigyelések céljaira szolgálnak. Így pl. ezeken az asztalkákon az elmult nyáron dr. *Gaertner* István debreceni egyetemi tanársegéd napsugárzási és ionizációs megfigyeléseket végzett, én pedig porszámlálásokat végeztem.

6. Egy szellős redőnyös faházikóban nyert elhelyezést a Wild párolgásmérő, amelynek párolgó vízfelülete 160 cm magasságban van a talaj felett. Ilyen műszerrel mostan Tihanyban három helyen végeznek észleléseket. Az egyik a moló vége, a második a kikötőőrnek lakása melletti kert, a harmadik a Kutatóintézeté. Mindhárom hely műszerei egymástól felette eltérő környezetben vannak és így nagyon

eltérő eredményeket szolgáltatnak. A Kutatóintézetben levő műszer által elpárologtatott víz magassága a két másik műszer adatai közé esik.

7—8. A csapadék megfigyelésére szolgálnak a Hellmann 1/50 m² felfogófelülettel bíró esőmérő (8) és az ugyancsak hasonló felfogóval bíró Hellmann-ombrograph Lambrechttől. (7). Az esőmérő felfogófelülete 100 cm magasan van a talaj szintje felett.

9. A napfény tartamának megállapítására szolgál a Campbell—Stokes napfénytartammérő, amelynek üveggömbje 190 cm magasan van. A napsütés tartamára vonatkozó feljegyzések nagyon is helyi értékűek, mert hiszen nyugatra áll a tihanyi hegy, amelyik már kora délután árnyékot vet az egész meteorológiai műszerparkra és így pl. augusztus 8-án a Nap napidőben már 17·3 órakor nyugszik 19·6 óra helyett. Az őszi napéjegyenlőség idejekor 15·9 óra a tényleges napnyugta 17·9 helyett és végül pl. december 19-én 14·7 órakor 16 óra helyett. (A percek nincsenek figyelembe véve, mert a műszerről csak tizedórákat lehet leolvasni és így a pontosság 6 percnyi.)

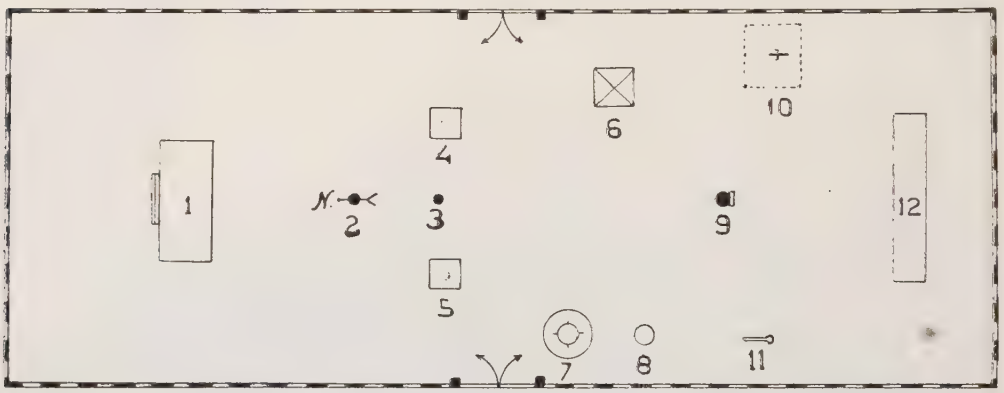


Abb. 2. ábra.

Ezen három nap megfigyelései szerint a nappal tartama Tihany meteorológiai állomáson nyáron mintegy 2½, ősszel 2 és télen 1·3 órával rövidebb, aszerint, hogy a nyugaton emelkedő hegy kontúrjainak megfelelően mennyivel korábban vagy később nyugszik le a Nap. A pontos napnyugtát és -keltét az év minden ötödik napjára majd ezen év folyamán állapítom meg, amikor a Campbell—Stokes-műszerrel már egy teljes évre terjedő megfigyelési sor áll rendelkezésemre. Azok az adatok majd alkalmasak lesznek a tihanyi napfénytartammérő valóságos horizontjának megszerkesztésére.*

Egyelőre csak a 4. ábrán közlöm a tihanyi hegynek és a meteorológiai állomásnak keresztmetszetét, ami már is szemlélteti a napnyugta időpontjának terresztrikus okok miatt erősen zavart voltát.

10. A talaj hőmérsékletének megfigyelésére szolgál egy Fuess-rendszerű talajhőmérő, amelynek hőmérőteste 20 cm mélységre van a födbe süllyesztve. Tekintettel

* *Marczell György:* Hegy és völgy napsütése. (Az Időjárás 1927. XXXI. évf. 7—8. füzet Budapest.)

a mesterséges feltöltött talajra, ezeknek az adatoknak csakis viszonylagos értéket tulajdoníthatunk.

Az éjjeli hőkisugárzás megfigyelésére szolgáló Fuess minimum-hőmérő pontosan 5 cm magasan van a talaj felett elhelyezve. A hőmérőtestet a saját hőkisugárzása

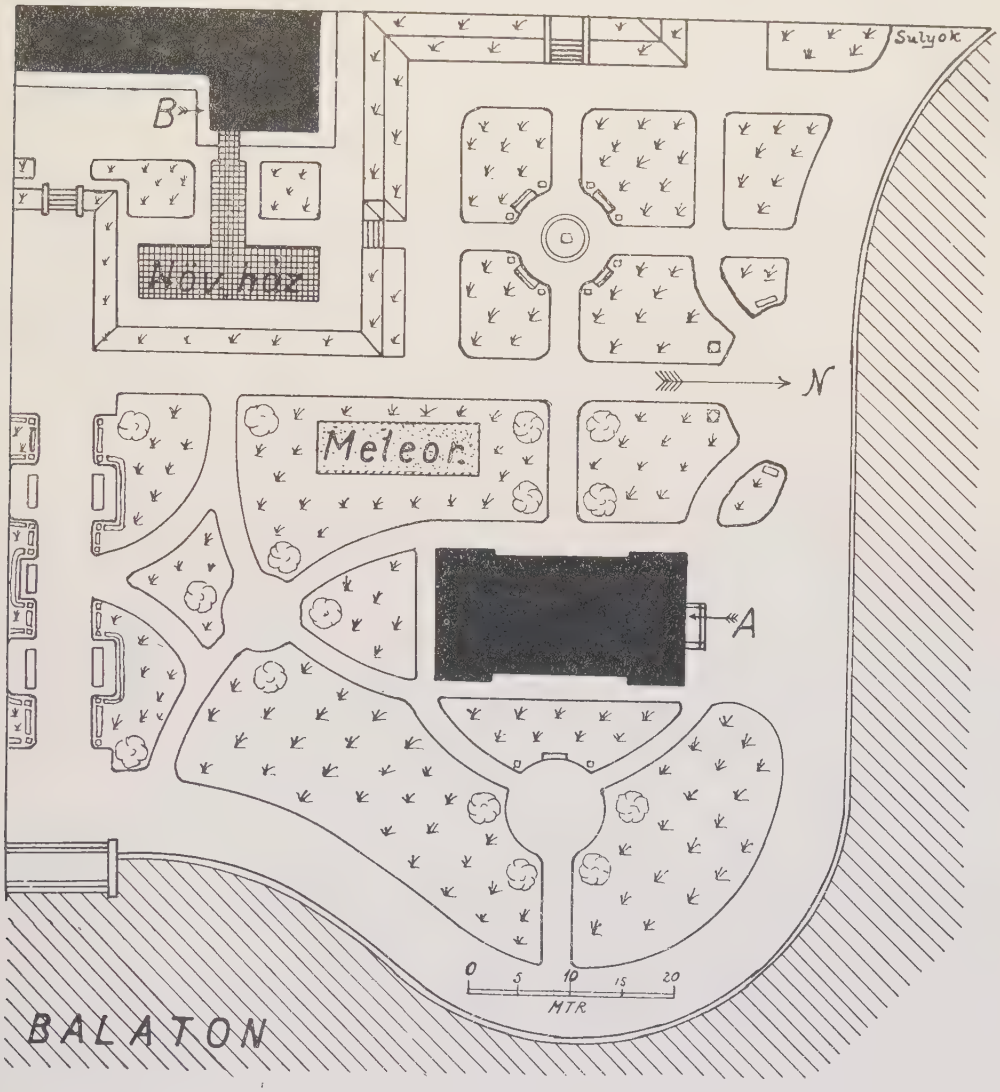


Abb. 3. ábra.

ellen egy kis kerek aluminiumlemez védi, amelynek 7 cm az átmérője és 2 cm magasan van a hőmérőtest felett.

12. A műszerpark déli végén álló szekrény mindazoknak a műszereknek, szalagoknak, segédeszközöknek stb. a befogadására szolgál, amelyekkel csak időnkint történnek észlelések, vagy amelyekre csak szalagváltáskor van szükség.

A szél sebességét egyúttal egy kis kézi Robinson kanalas műszerrel is mérik, pontosan 200 cm-re a talaj felett. Az észlelés 3 percig tart és szélkanalak által megtett útból állapítja meg az észlelő a szél másodpercenkinti sebességét.

A tihanyi meteorológiai állomás feladatai közül a következőket kell kiemelnem. Ilyen intézetben szükséges az, hogy bármely napról az összes időjárási elemekre a pontos feljegyzések rendelkezésre álljanak. Egyes különleges esetek alkalmával ezekkel a feljegyzésekkel megmagyarázhatók, esetleg kapcsolatba hozhatók bizonyos tünemények. Továbbá csakis rendszeres feljegyzések teszik lehetővé azt, hogy azokból megismerjük a tihanyi félsziget ezen pontjának éghajlatát. Tihanyban fenn a kolostorban már 1891—1905-ig történtek időjárási feljegyzések, amelyek mostan vannak feldolgozás alatt és eredményei annak idején e helyen fognak közöltetni. Hosszabb időről (38 év) vannak csapadékmegfigyeléseink Tihanyból, még pedig Téczely János tanító, majd halála után özvegye végezte az észleléseket 1928 végéig. Ezen, közel

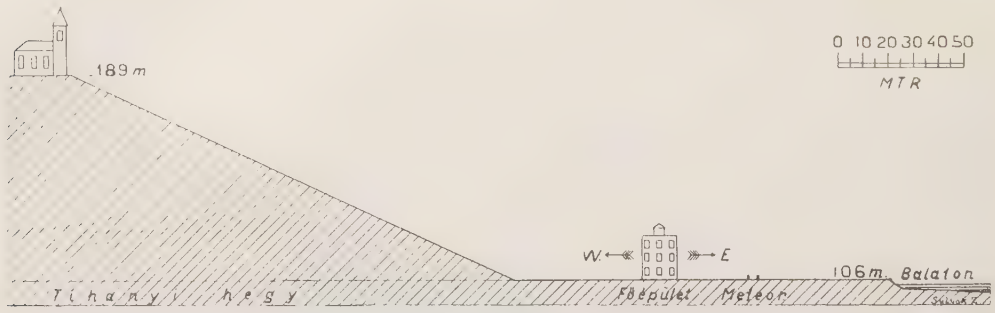


Abb. 4. ábra.

négy évtizedre terjedő feljegyzések alapján a tihanyi félszigetre (a falura) *Csernó* Géza meteorológus úr a következő átlagértékeket állapította meg:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Év
35	30	35	47	69	63	55	60	56	53	41	39	583 mm.

A közölt adatok nem egészen illeszkednek bele a dunántúli csapadékösszegekbe, aminek az lehet az oka, hogy ezen állomás adatai az ott fenn uralkodó élénk szél miatt, a kelleténél kisebbek.

Az új tihanyi meteorológiai állomás 1928 augusztus 5-én kezdte meg működését. Az első havi megfigyelések még hiányosak, azonban szeptember elsejétől már minden tekintetben teljesen kifogástalanok a feljegyzések. Ezeket a nemzetközi megállapodásoknak megfelelő formában a függelékben in extenso közöljük. (I—IV. táblázatok.) A négy hónap megfigyeléseinek főbb eredményei pedig az V. táblázatban vannak összesítve. Az eddig elmondottak után a táblázatokhoz külön magyarázatra nincsen szükség. A megfigyelési anyag részletesebb tárgyalásától már csak azért is eltekintek, mert ezen megfigyelési év még csonka, másrészt éppen az in extenso közlés lehetővé teszi azt, hogy bárki kivegye magának azt az adatot, amelyre éppen szüksége van. A napi középértékek közlésétől helykímélés miatt eltekintünk, mert hiszen a szükséges napi középérték könnyen levezethető (7+14+21:3).

A I—IV. táblázatokban közölt meteorológiai megfigyelések felhőzet és jegyzetek rovatában használt nemzetközi jelek és rövidítések magyarázatául szolgáljon a következő összeállítás:

●	eső	V	zuzmara	⊠	hóréteg	⌂	északi fény	E	kelet
✳	hó	⌒	ónos eső	⌐	vihar	⦶	napudvar	S	dél
●✳	havas eső	≡	köd	⌐	zivatar	⌓	holdudvar	W	nyugat
▲	jégeső	≡	talajmenti köd	T	távoli zivatar	⊕	napgyűrű	$^{0}, ^{1}, ^{2}$	erősségi fokok
△	dara	≡:	ködszemergés	⚡	villogás	⊕	holdgyűrű	a =	ante (délelőtt)
⌓	harmat	⌖	hófúvás	∞	légköri füst	⊙	napsütés	p =	post (délután)
⊔	dér	→	jégtűk	⌒	szivárvány	N	észak	n =	nocte (éjjel)

Egy igen érdekes jelenségre kell már most reámutatnom. Ez pedig a tihanyi főn. Egyes geográfusok előtt a tihanyi főn már régen ismeretes volt és figyelmemet dr. *Cholnoky* Jenő professzor úr hívta fel erre először. Az orográfiai viszonyok itten a főn kialakulásának nagyon kedvezők, de természetesen nem jelentkezhetik oly jellegzetesen, mint pl. az Alpokon. A közölt megfigyelésekből látható, hogy vannak főnszerű napok, amikor a levegő nagyobbmérvű szárazzá válása mutatható ki. Ekkor a NW-szél lecsap a hegyről a Balatonra, kis felmelegedést és szárazzá válást okozva. Így december 6., 13—15-én. Részletesebb vizsgálatukra majd a thermograph és hygrograph szalagjainak kiértékelésével a jövő évben térhetünk reá, mikor már a Bakonyban, Farkasgyepün létesítendő magaslati állomásunk is rendesen működik és a vizsgálathoz szükséges hegyi állomások adataival is rendelkezünk. A tihanyi meteorológiai állomás a Balaton meteorológiai viszonyainak megismeréséhez igen sok és értékes adattal fog szolgálni és éppen ezért a m. kir. orsz. Meteorológiai és Földmágnességi Intézet örömmel üdvözölte annak létrejöttét és szívesen vette fel az országos állomáshálózatba.

Nagy fontosságot tulajdonítunk a tihanyi állomásnak abból a szempontból is, hogy van végre közvetlen a tó melett (55 m a tó színétől) avval jóformán egy szintben egy olyan elsőrendű állomás, amelynek megfigyelései mintegy alapul szolgálhatnak azoknak az észleléseknek, amelyeket a Biológiai Kutató Intézet hajóján a balatoni utakon végez (levegőhőmérséklet, nedvesség stb.). Ezekkel az adatokkal egyúttal lehetségessé válik végre megismerni a tó felett uralkodó átlagos hőmérsékleti és nedvességi állapotokat, amelyek ma még mindig ismeretlenek. Egy későbbi lépés volna a meteorológiai kutatásra két-három teljesen egyforma állomásnak a létesítése a tótól délre, a somogyi parton, bizonyos távolságokban befelé a szárazföldön, hogy végre megállapítható legyen a tó klimatikus hatása még milyen távolságban és milyen mértékben érvényesül. Végül a távol jövőben majd arra kell törekedni, hogy Középeurópa ezen legnagyobb taván végre megindulhasson a felsőbb légrétegek kutatása is, műszereket vivő sárkányokkal.

Dies	Pressio atmosphaer. 700 mm +			Temperatura C°					Insolatio max. C°	Radiatio min. C°	Humiditas abs. mm			Humiditas rel. %			Nubes (0—10°)			Evaporatione mm	Temp. aquae.	Duratio solis	Direct. et vis venti. (0—12°)			Praecipit. atmospher. et notatione
	7	14	21	7	14	21	max. 21	min. 21	21	7	7	14	21	7	14	21	7	14	21	7—7	14	hora	7	14	21	
1	55·7	54·5	56·9	14·7	20·4	16·8	21·8	13·8	50·0	11·8	8·9	9·5	6·8	72	54	48	10	9	0	5·4	20·0	3·7	NW 1	SE 2	NW 1	—	
2	57·3	57·4	57·3	13·8	20·4	15·9	20·7	12·6	50·0	10·6	8·1	9·8	6·5	69	55	48	0	2	0	7·0	19·5	10·9	N 1	N 1	W 1	—	
3	58·1	56·9	57·6	13·6	19·6	18·6	20·4	11·6	49·0	9·8	9·1	8·4	10·2	79	49	64	9	9	9	5·3	19·0	0·9	NE 3	E 2	NE 2	—	
4	59·6	59·1	60·0	16·0	22·6	17·1	24·0	15·2	58·1	13·6	8·3	9·1	8·3	61	44	57	1	5	2	4·2	21·6	10·7	NE 2	NE 1	NW 1	—	
5	61·1	60·4	59·5	15·2	23·6	16·0	25·1	12·8	56·6	8·4	10·2	12·1	10·6	80	56	78	0∞	0	0	4·1	23·2	10·9	— 0	N 1	S 3	—	a⌒²
6	59·3	57·7	57·2	17·3	25·3	21·2	28·3	15·3	58·3	10·0	9·8	11·0	11·6	67	47	62	0∞	0	0	5·6	25·8	10·8	N 1	N 3	— 0	—	
7	58·7	58·8	58·9	18·8	27·9	22·4	29·0	16·4	59·5	12·1	10·7	14·1	11·7	66	51	58	0∞	0	0	4·1	27·2	10·6	NE 3	NW 1	— 0	—	a⌒²
8	60·0	58·8	58·6	20·6	28·6	23·1	29·3	17·7	59·5	14·4	12·8	12·8	11·8	71	44	56	6°	1	0	6·0	26·5	10·3	NE 4	NW 3	NW 1	—	
9	58·8	57·2	56·2	19·7	29·8	23·9	30·7	17·7	61·6	13·1	12·8	13·3	11·4	75	42	52	2°	1	0	5·4	24·0	10·3	E 2	NW 2	W 1	—	a⌒[II]
10	58·9	54·7	54·4	20·9	30·7	25·3	31·6	18·0	62·3	13·9	13·1	14·8	13·0	72	45	55	3¹☉	2⁰	0	4·4	26·7	10·4	— 0	— 0	NW 3	—	a⌒²
11	54·6	53·4	53·6	21·3	28·4	22·8	28·8	19·6	58·5	16·5	12·6	13·4	12·0	67	47	58	2⁰☉	1☉	5	8·1	24·5	10·0	N 1	NW 2	NW 3	—	a⌒²
12	54·9	54·9	56·2	18·5	23·3	18·5	28·9	17·4	61·3	16·4	12·9	14·0	10·9	81	70	69	8²	8²☉	10●	4·9	26·0	4·6	NW 3	E 2	NW 1	10·0●	n, 14³⁰—17, 21—n
13	56·7	56·7	56·3	17·2	22·1	18·3	22·4	16·6	53·5	15·4	11·4	13·0	14·1	78	66	90	10²	6☉	10²	3·1	23·0	3·7	NW 3	NE 1	NW 1	16·7●	n, 19⁴⁵—20, 20¹⁰—n
14	55·9	56·9	57·1	16·4	16·0	16·6	18·8	15·2	18·5	15·2	13·1	12·4	12·6	95	91	90	10²	10²●	8	1·4	20·3	0·0	NE 4	NE 3	NE 3	9·9●	n, a, p, sine ☉
15	56·2	55·3	55·6	16·6	14·9	14·4	16·6	14·4	16·5	15·5	12·2	10·8	11·2	86	86	93	10²	10²●	10²	2·0	18·9	0·0	E 3	E 3	S 4	22·6●	n—10, p, sine ☉
16	56·6	56·5	56·9	13·2	19·7	18·9	20·0	13·0	52·8	8·3	9·2	10·4	11·6	82	61	72	6¹☉	8²	10	2·8	20·8	7·1	NW 1	NE 1	NW 2	0·3●	n, a⌒²
17	56·3	56·1	57·0	16·1	17·3	17·4	19·1	15·7	53·5	15·0	9·5	11·4	12·8	70	78	87	10²●	10²	10²	4·4	18·5	0·7	NE 3	NE 3	NE 3	0·4●	a, p
18	57·6	57·9	57·6	16·6	19·8	17·4	19·9	16·1	45·8	15·1	12·4	15·2	13·7	89	89	93	9²	10³	9²	1·6	19·0	0·1	NE 2	— 0	— 0	0·5●	a, p
19	57·3	55·7	55·0	17·3	21·8	17·4	22·5	16·0	53·2	15·3	14·4	15·1	14·3	98	78	97	10³	3¹·	0	1·5	20·5	5·1	— 0	SE 2	N 1	—	a ∞, p⌒²
20	54·5	54·4	54·3	16·6	22·1	17·5	22·7	15·7	53·5	12·6	12·2	15·8	11·2	86	80	75	8²	8²☉	10²	2·0	21·6	5·6	N 1	NE 1	SE 2	4·8●⌑	a, p ∞², 19—21 ⌑⁰, n⌑
21	53·1	52·7	52·4	16·0	20·7	17·2	21·1	15·9	52·4	15·4	12·5	13·4	12·8	92	74	88	10²	9²	0	1·9	20·6	4·4	W 2	— 0	NW 1	1·5●	a ∞, 14●
22	51·0	49·6	48·2	15·7	16·6	14·5	17·8	12·5	52·3	11·4	11·7	12·9	9·5	88	92	77	2⁰☉	10	10³	1·1	19·6	4·5	NW 1	NE 2	N 3	36·0●⌑	n, a⌒², ∞², 14²⁰●⌑⌿
23	44·2	44·0	47·0	11·0	9·8	9·5	14·8	8·8	15·0	10·0	8·7	7·7	6·8	89	86	76	10²●	10³	10²	2·0	10·1	0·0	NW 4	NW 4	NW 3	10·2●	a, p. ●⌿, —13³⁰ sine☉
24	46·0	47·4	51·3	8·2	8·2	8·0	9·8	7·3	17·6	7·3	7·1	7·0	6·1	88	87	76	10²●	10²	8²	2·0	13·5	0·0	NW 4	NW 4	SE 2	3·5●	a, p, p⌒², sine☉
25	52·9	53·1	52·3	7·8	14·3	11·8	15·0	5·9	52·1	5·5	6·8	7·5	8·3	86	62	81	3⁰	7¹	2	2·5	14·0	5·0	SE 1	SE 2	— 0	0·6●	a⌒², p⌒¹
26	52·2	53·8	54·6	9·9	12·8	10·3	13·2	8·5	43·3	6·0	8·5	9·6	9·0	94	88	96	10²●	8	7	0·9	14·2	0·7	— 0	SE 1	— 0	3·8●	n, —10³⁰
27	54·7	54·9	54·1	10·0	10·9	10·7	11·9	8·2	41·1	5·3	8·3	8·4	9·1	91	87	95	3¹☉	2☉	8	0·8	13·5	4·0	NE 1	NE 1	— 0	—	a⌒² ∞ p⌒²
28	53·3	51·0	47·6	8·9	16·1	13·3	16·5	7·3	51·5	3·0	8·4	9·5	10·6	99	70	94	6¹	8²	10⁰	1·1	14·5	6·3	— 0	SE 3	— 0	3·4●	a⌒ ∞², 17●
29	48·3	50·0	50·0	12·0	20·2	16 8	22·1	11·8	52·6	10·0	10·5	12·3	12·0	100	70	84	4¹☉	7¹	9²	1·4	16·3	8·0	SE 2	— 0	— 0	6·2●	n, a⌒², ∞² p⌒²
30	46·4	45·0	44·7	16·1	23·2	19·2	23·8	14·8	55·0	11·6	12·9	13·6	13·2	95	64	80	9²	7²	8²	3·6	17·0	7·2	— 0	SE 3	NE 3	—	a⌒², 18—19 ⌿
M.	54·9	54·5	54·6	15·2	20·2	17·0	21·6	13·7	48·8	11·6	10·6	11·6	10·8	82	67	75	5·8	5·8	5·3	3·3	20·0	166·6	1·8	1·8	1·5	130·4	

Dies	Pressio atmosphaeri 700 mm + 7	14	21	Temperatura C° 7	14	21	max. 21	min. 21	Insolatio max. C° 21	Radiatio min. C° 7	Humiditas abs. mm 7	14	21	Humiditas rel. % 7	14	21	Nubes (0—10°) 7	14	21	Evaporatione mm 7—7	Temp. aquae. 14	Duratio solis hora	Direct. et vis. venti. (0—12°) 7	14	21	Praecipit. atmospher. et notatione
1	47·4	49·7	53·4	14·8	8·4	9·0	20·2	8·3	19·5	13·0	10·9	7·1	6·5	87	87	76	10^2	10^2	10^2	2·7	13·4	0·0	— 0	NE 2	SE 1	13·4● n, a, sine ☉
2	57·4	55·8	55·2	7·2	14·9	8·6	19·3	5·5	46·0	2·0	6·5	6·6	6·7	86	**52**	81	3^2 ☉	4 ☉	0	2·7	14·0	**9 0**	SE 1	SE 2	NE 1	—
3	57·7	59·8	62·0	8·8	13·4	9·4	14·3	7·2	51·0	3·0	7·1	6·6	6·0	84	58	69	9^1	7^2 ☾	0	2·4	15·0	6·8	S 1	NE 2	NW 2	— a, p ⌓ ²
4	62·1	61·5	60·7	7·2	12·6	10·5	12·6	4·8	35·0	0·8	6·5	7·1	8·1	86	66	87	2^1 •	9^2	1^2	1·5	15·0	4·7	— 0	SE 1	— 0	— a, p ⌓ ²
5	61·0	61·7	62·1	8·8	11·8	9·4	12·6	8·2	40·0	6·5	7·1	7·7	7·4	84	75	86	8^2	7^1 •	0	2·1	13·5	0·8	NE 2	NE 2	— 0	— a, p ⌓ ²
6	63·3	62·5	61·9	8·2	14·4	10·5	14·6	6·2	45·0	4·4	7·2	7·5	7·7	89	61	81	0	2^1 •	0	1·7	15·0	8·6	E 1	NE 1	— 0	— a, p ⌒ ²
7	61·1	60·4	59·9	10·8	14·4	11·1	15·1	6·2	50·2	6·0	7·5	7·6	7·3	77	62	74	9^2	9^2	8^2	2·6	13·0	5·6	NE 2	NW 1	— 0	—
8	59·6	57·4	57·2	10·5	15·2	11·2	16·2	6·1	45·0	5·5	7·9	6·4	7·7	84	57	78	7^1 ☉	3^1 •	0	1·3	14·9	8·8	NW 1	SE 1	— 0	— a, p ⌒ ²
9	55·8	53·9	53·0	8·2	17·0	12·6	17·2	6·2	46·5	3·5	7·9	8·7	7·3	98	61	68	0	5^1 •	0	1·4	15·5	8·0	— 0	SE 1	S 1	— a ⌒ ², ∞², p ⌓ ²
10	48·3	47·3	48·5	9·2	16·3	12·6	16·5	8·4	46·0	4·5	7·6	8·9	9·4	89	64	88	8^1	9^2	10●	1·7	13·5	2·7	NW 1	SE 1	NW 2	1·6● a ⌒ ², 21—n
11	50·5	53·0	51·7	11·6	17·8	11·3	17·9	8·4	49·5	5·5	9·1	10·7	8·6	89	70	87	8^2	7^1 •	0	2·8	15·6	6·7	NW 1	NW 2	— 0	— n, a, p ⌓ ²
12	50·2	49·4	48·1	11·4	15·2	13·3	15·4	10·6	27·5	6·5	8·9	9·8	9·4	89	76	83	9^2	10^2	10^2	1·3	15·5	0·5	SE 1	SE 1	E 2	— a ⌒ ², a, p, 20●
13	48·0	48·5	50·0	8·8	8·8	8·0	13·3	8·0	14·8	8·0	6·8	7·1	5·8	81	84	72	10^2	10^2	10^2	2·0	10·0	0·0	E 1	N 2	N 2	1·8● a ⌓ ², a. ●, sine •
14	50·4	50·3	52·6	5·8	9·0	6·6	9·4	5·2	30·5	4·5	5·2	6·1	6·2	76	71	86	10^2	9^2	0	**6·3**	9·0	0·4	N 3	N 5	N 5	—
15	54·2	55·2	57·5	5·6	9·1	4·4	9·4	3·9	43·5	3·6	6·0	6·2	**5·0**	88	72	80	10^2	7^1 ☉	0	3·8	8·0	1·6	NW 5	NW 4	NW 2	—
16	60·8	63·2	64·7	3·6	8·4	5·6	9·3	1·2	43·3	—2·2	4·9	6·2	5·8	83	76	85	8^3	8^2 •	0	1·6	9·0	3·9	SE 1	— 0	S 1	—
17	**65·0**	63·5	62·4	**3·3**	11·1	6·4	11·4	1·8	44·1	—2·2	5·3	6·5	**6·3**	92	66	88	0	3^1 ☾	0	1·3	9·0	8·3	— 0	SE 2	— 0	— ⌴, primo
18	60·2	58·4	57·3	6·8	13·0	11·5	13·9	5·3	46·5	1·5	5·2	8·3	8·3	71	75	82	9^2	8^2	0	2·5	10·5	2·0	SE 2	SE 2	SE 1	—
19	55·5	54·4	56·5	8·0	15·8	14·4	16·3	7·2	**51·3**	4·2	7·2	10·0	11·4	90	75	94	8^2	9^2	10^2	2·1	12·0	2·6	SE 1	E 1	SE 1	— a, p ⌓ ²
20	57·8	56·6	55·8	9·9	15·5	15·0	19·8	8·4	46·5	6·9	7·6	11·4	10·8	83	87	85	3^1	2 ☉	0	2·7	13·4	7·0	— 0	SE 1	S 3	— a, p ⌒ ²
21	54·6	53·1	54·2	13·2	**21 6**	15·3	**21·6**	11·4	50·0	6·6	9·6	**13·6**	11·6	86	71	89	2^1 ☾	1 ☉	0	4·9	13·5	7·6	NE 1	S 2	— 0	— a, p ⌒ ²
22	53·7	52·5	52·0	11·1	19·0	13·8	19·0	10·5	46·0	7·0	9·5	12·7	9·9	97	78	85	0	0	0	1·6	14·5	7·8	NE 1	— 0	NW 1	— a, p ⌒ ²
23	51·2	51·0	52·3	9·8	15·4	14·0	15·8	9·5	44·5	8·1	8·6	10·5	10·3	95	81	87	4^1 ☉	3^1 ☾	9^2	1·7	15·0	7·5	NE 2	NW 1	— 0	— a, p ⌒ ²
24	55·2	55·9	56·9	10·0	15·2	12·8	15·8	10·0	44·2	8·0	8·9	10·5	10·9	98	82	99	8^2	2^1 •	0	1·8	14·5	6·7	NE 2	N 1	— 0	— a, p ⌒ ²
25	57·7	56·9	56·4	10·6	16·4	11·2	16·8	9·0	46·0	4·5	8·8	11·3	8·4	93	81	85	0	0	0	1·3	15·0	7·9	NE 1	N 1	— 0	— a, p ⌓ ²
26	53·9	52·4	50·8	8·6	14·9	11·0	14·9	8·2	46·0	5·0	8·3	10·5	9·5	100	84	98	10^2	0	0	0·7	15·0	5·1	— 0	N 1	— 0	— a, p ⌓ ²
27	48·6	46·6	46·5	8·2	16·6	14·2	18·8	8·0	43·5	6·0	7·9	11·4	11·9	98	81	99	4^2	1^1 •	3^2	1·8	15·5	6·6	NE 2	NW 1	— 0	— a, p ⌓ ²
28	46·9	**46·4**	47·5	9·2	17·4	17·8	20·8	8·8	44·5	8·0	8·2	12·0	12·1	95	81	80	4^2	3^1 •	3^2	2·0	13·5	4·6	NE 2	— 0	S 3	— a, p ⌓ ²
29	50·6	51·7	53·8	14·0	16·8	12·0	18·2	11·6	47·5	9·5	11·1	12·2	9·9	94	85	96	2 ☉	9^2	10^2●	1·8	13·5	3·0	— 0	N 1	NW 1	8·3● a ⌓ ², 17●
30	55·1	55·1	54·9	11·5	15·8	13·1	15·8	10·8	45·5	9·0	9·2	10·0	11·1	92	75	99	9^2	4^1 ☾	10^2	2·2	14·0	5·1	SE 1	S 2	SE 1	— a ⌓ ²
31	54·7	54·4	53·4	11·4	11·6	13·8	13·8	10·8	18·5	9·5	9·8	9·9	11·5	98	98	98	10^2	10^2	10^2	0·6	11·5	0·0	SE 1	NE 2	NE 2	— a ⌓ ², p ⌓ ² ≡, sine •
M.	55·1	54·8	55·1	9·2	14·3	11·3	15·7	7·6	43·2	5·3	7·8	9·1	8·7	89	74	85	6·0	5·5	3·4	67·9	13·3	149·9	1·2	1·5	1·0	25·1

Dies	Pressio atmosphaer. 700 mm +			Temperatura C°					Insolatio max. C°	Radiatio min. C°	Humiditas abs. mm			Humiditas rel. %			Nubes (0—10°)			Evaporatione mm	Temp. aquae	Duratio solis	Direct. et vis venti. (0—12°)			Praecipit. atmospher. et notatione
	7	14	21	7	14	21	max. 21	min. 21	21	7	7	14	21	7	14	21	7	14	21	7—7	14	hora	7	14	21	
1	50·6	49·8	50·0	12·6	16·2	15·0	17·2	12·3	45·0	11·5	10·6	12·5	12·1	98	91	96	9²	3¹ ·	8²	0·8	14·0	3·3	NE 3	N 1	NW 1	— a⌓², p⌓¹
2	49·8	50·2	50·7	11·0	19·2	13·4	20·1	10·4	48·6	8·0	9·8	12·1	11·4	100	70	90	10²	4¹ :	7²	2·2	15·5	5·8	— 0	SE 2	— 0	— a⌓², ≡², p⌓²
3	51·6	50·6	49·3	11·0	16·4	13·0	16·8	10·4	46·5	7·5	9·5	11·8	10·9	98	85	98	8¹	2¹ ·	0	1·2	14·5	5·7	— 0	— 0	NW 1	1·7● a⌓, p⌓², n●
4	45·4	45·4	47·5	12·4	17·0	12·4	17·2	11·6	**50·6**	9·0	10·5	11·5	8·9	98	80	85	10²	8² :	0	1·2	13·5	2·3	NE 1	SE 1	SE 1	— n●, p⌓¹
5	49·9	49·9	51·3	9·8	13·8	9·8	14·2	7·6	45·5	3·9	6·9	10·2	8·4	76	87	94	8²	5²	0	0·8	13·5	7·0	SE 1	NE 1	— 0	— a, p⌓²
6	51·5	51·4	51·8	8·0	11·3	11·1	12·0	7·6	43·0	3·2	8·0	9·1	9·6	100	92	98	10²	10²	10²	0·4	13·0	1·1	E 1	— 0	— 0	1·9● a⌓², ≡², 16—●
7	51·0	49·6	48·3	8·4	11·6	11·2	11·6	7·4	45·5	4·0	8·0	9·3	8·7	98	92	88	8²	6²	0	0·7	13·0	4·1	SE 1	— 0	NE 1	— a, p⌓²
8	46·0	44·3	43·6	8·8	13·0	12·4	13·2	7·4	39·5	4·1	8·0	10·1	10·1	95	91	95	3²	8¹⊙	10²●	1·4	12·5	4·6	NE 2	NE 2	NE 1	1·4● a⌓², ∞¹, 21●—n
9	43·3	42·6	43·6	9·9	11·2	10·6	12·4	7·4	13·5	4·5	8·7	9·4	9·0	96	95	95	10²	10²●	6²	0·7	11·5	0·0	NE 2	NE 2	SE 1	11·3● 13, 14—● p, sine ·
10	47·1	49·5	52·4	10·4	10·8	8·6	11·0	8·2	**42·0**	6·5	8·9	8·4	7·4	95	89	89	10²	8²	10²	1·0	12·0	2·3	SE 1	NW 1	N 2	— a⌓², ∞², p⌓²
11	54·4	54·5	54·9	7·0	9·6	5·8	10·0	5·3	42·5	6·0	6·4	7·2	6·1	85	82	88	9²	4²·	0	**2·8**	11·0	3·2	SW 2	N 2	— 0	— a, p⌓²
12	56·0	55·7	57·0	6·4	8·9	7·2	9·5	3·9	39·5	—0·1	6·3	7·0	6·5	88	83	86	0	3²·	0	2·2	9·5	6·0	NW 1	N 2	S 1	— a⌓², p⌓¹
13	58·0	58·2	59·2	6·0	9·3	9·2	10·2	4·7	21·2	0·5	6·6	7·9	8·4	94	91	98	8²	10²	10²	0·9	9·5	0·1	— 0	— 0	— 0	— p⌓¹
14	58·8	57·5	56·0	2·8	5·1	6·6	9·2	1·0	9·0	**—2·5**	5·6	6·5	7·1	100	98	98	10²≡²	10²≡¹	10²	0·4	8·5	0·0	SE 2	NE 1	E 1	0·3● a ≡², p⌓¹, sine ·
15	53·6	52·0	50·4	6·2	7·2	7·5	7·5	5·9	9·5	1·0	7·0	7·1	7·6	99	94	99	10²	10²	10²	0·3	9·0	0·0	NE 1	— 0	— 0	— a●, p⌓¹, sine .
16	48·0	46·0	45·0	6·9	8·2	7·6	9·0	6·6	15·5	6·0	6·9	7·1	7·3	93	88	94	10²	10²	0	0·9	8·5	0·0	**S** 1	SE 1	— 0	0·2● a⌓¹, p⌓², sine ·
17	43·5	43·2	44·1	9·2	10·2	8·6	11·0	6·3	17·0	2·6	8·4	8·8	7·9	98	95	95	8²	10²●	9¹	0·6	9·0	0·0	— 0	NE 1	— 0	**24·9**● a, p, 14—17●, sine ·
18	47·2	50·1	53·0	7·6	11·1	7·0	11·5	6·3	40·5	5·0	7·6	7·1	6·6	98	**72**	88	6²	3¹ ·	0	2·1	8·5	4·1	E 2	N 3	S 1	1·5● a⌓², 8●, p⌓²
19	56·5	56·6	56·7	7·0	9·6	8·1	11·2	5·2	43·1	4·0	5·5	7·3	7·5	74	**83**	93	3²	8²	10²	2·9	8·6	5·8	NW 2	S 1	— 0	— a, p⌓²
20	56·8	57·8	60·4	7·0	9·0	10·2	10·4	6·4	34·2	5·0	**6·7**	7·3	7·6	90	86	82	10²	10²	8²	1·2	8·3	0·7	— 0	S 2	NE 2	— a, p⌓²
21	62·9	63·2	**63·7**	8·0	9·2	7·6	10·6	**8·2**	18·5	5·0	6·4	7·4	6·7	81	86	86	9²	9²	0	2·4	8·0	0·0	NW 2	NE 1	— 0	— sine ·
22	62·3	60·4	59·5	3·2	6·2	5·8	8·5	2·6	29·0	2·0	5·8	6·7	6·7	100	94	97	0	2¹ ·	10²	0·3	7·6	1·8	— 0	— 0	— 0	— a, p⌓², a≡², ∞²
23	56·6	54·0	51·7	4·2	6·5	4·2	7·0	2·6	13·5	1·5	5·9	6·4	5·8	96	88	93	8²	10²	10²	0·4	7·6	0·0	SE 1	SE 1	— 0	— a, p⌓², sine ·
24	43·9	44·0	43·2	8·9	7·6	6·4	10·6	3·6	15·5	1·5	7·4	7·6	7·0	87	98	98	10²	10²●	10²●	1·3	7·5	0·0	S 3	— 0	— 0	23·1● 11—n●, sine ·
25	42·3	41·3	36·1	7·6	9·8	5·3	10·0	5·0	32·3	4·0	6·7	6·9	6·1	86	76	92	10²	7¹⊙	0	1·8	7·2	2·0	N 3	NW 1	S 2	4·1● a⌓¹, p⌓¹
26	**30·7**	32·5	36·1	5·8	7·7	6·4	9·0	4·3	16·5	2·5	6·1	7·3	6·3	88	93	88	10²	9¹	10²	1·8	7·0	0·0	SE 3	— 0	SE 1	— sine ·
27	39·7	39·0	40·1	4·0	9·4	5·7	9·7	3·6	35·0	0·5	5·6	6·7	5·4	92	76	79	8²	2¹ ·	2¹	1·8	6·8	3·7	**SE** 2	— 0	W 1	— a⌊, ⌓¹
28	40·8	42·3	45·9	4·2	5·9	5·2	6·0	3·5	33·0	—1·5	5·2	6·0	5·6	85	87	84	9²	5²·	10²	2·4	6·0	3·6	NW 2	N 4	NW 4	— a, p⌓²
29	48·6	50·5	53·4	3·8	6·4	3·2	6·6	2·8	35·6	—0·5	5·2	5·7	**5·2**	87	79	90	6²	6²·	0	1·8	5·5	6·0	—0	NW 2	N 2	— a⌓¹, p⌓²
30	55·3	55·5	53·6	3·0	5·4	**1·4**	6·0	**1·0**	38·6	—1·5	5·1	5·3	**4·7**	90	78	93	9²	4²⊙	2¹	1·6	5·0	4·1	NW 1	NW 2	— 0	— a⌓⁰, p⌓²
M.	50·1	49·9	50·3	7·4	10·1	8·2	11·0	6·0	32·0	3·5	7·2	8·1	7·6	92	87	92	8·0	6·9	5·4	40·3	9·7	77·3	1·3	1·1	0·8	70·4

Dies	Pressio atmosphear. 700 mm +			Temperatura C°					Insolatio max. C°	Radiatio min. C°	Humiditas abs. mm			Humiditas rel. %			Nubes (0—10°)			Evaporatione mm	Temp. aquae.	Duratio solis	Direct. et vis venti. (0—12$_0$)			Praecipit. atmospher. et notatione
	7	14	21	7	14	21	max. 21	min. 21	21	7	7	14	21	7	14	21	7	14	21	7—7	14	hora	7	14	21	
1	48·9	48·5	49·9	1·8	**6·6**	4·1	**7·0**	0·1	35·0	—3·0	4·9	6·0	5·2	93	83	85	10^2	8^2 ⊙	8^2	1·6	5·0	3·0	S 2	N 2	NW 2	— ✳ a ●⌓, 9✳^{1}
2	48·5	46·6	47·4	0·6	6·0	2·8	6·5	0·1	33·6	—2·5	4·6	4·8	5·3	96	69	93	4^1	3^1 ⊙	0	1·0	4·5	**5·9**	— 0	— 0	NW 2	— a, p ⌓ ^{1}
3	49·9	52·3	53·7	1·6	3·1	**2·8**	3·5	0·6	23·0	—1·5	4·4	4·9	4·8	85	87	86	9^2	8^2	10^2	1·8	3·5	0·5	NW 2	NW 2	NW 3	— ✳ a ⌴^{1}, 9 ✳^{1}
4	54·5	54·7	57·0	**3·0**	3·2	3·1	3·4	2·3	11·0	1·5	5·0	5·4	5·3	88	93	93	10^2	10^2●	10^2	1·8	3·5	0·0	NW 4	N 4	N 5	2·5● 11—p, sine ⊙
5	58·5	59·2	59·4	2·9	4·2	3·1	4·5	2·1	10·6	1·5	5·2	5·2	4·7	91	85	83	9^2	8^2	8^2	**2·7**	3·0	0·0	N 5	NW 2	N 2	— sine ⊙
6	59·5	60·2	60·5	3·3	5·3	3·8	5·7	1·0	28·5	—2·0	5·1	4·4	5·3	88	67	88	10^2	6^1 ⌓	0	1·1	3·2	1·7	NW 2	NW 2	— 0	— a ⌓^{2}
7	58·9	58·7	58·6	—0·7	3·1	0·1	4·9	—1·2	30·0	—3·0	4·3	5·5	4·5	98	96	98	2^1	6^1 ⌓	0	0·3	3·0	2·4	— 0	— 0	— 0	— a ⌴^{2}, ∞, p ⌴^{2}
8	57·2	56·5	55·6	0·2	1·8	1·1	2·5	—0·1	21·0	—5·5	4·5	4·9	4·9	96	93	98	10^2≡^{1}	4^1 ⊙≡	10^2≡^{1}	0·4	3·0	1·6	NE 2	NE 2	NE 2	— a ⌴^{2}, ≡^{1}, a ∞^{1}, p ⌴^{1}, ≡^{1}
9	53·8	53·0	53·0	0·2	2·4	4·2	4·2	—0·1	18·1	0·1	4·7	5·3	6·0	100	96	97	10^2≡^{2}	8^1	10^2●	0·1	3·0	0·0	NE 2	— 0	— 0	0·3● a ≡^{2}, ⌴^{1}, p—n,● sine ⊙
10	49·6	47·9	42·8	1·4	2·4	**3·4**	4·2	1·2	8·9	0·5	5·0	5·2	5·7	98	94	**98**	10^2●	10^2	10^2	0·8	2·8	0·0	W 3	W 4	W 4	5·2● n—a, sine ⊙
11	**35·1**	**35·1**	37·9	4·2	4·9	4·0	5·5	2·9	13·8	2·1	5·8	6·1	6·1	93	96	100	10^2	10^2	4^1	0·2	2·8	0·0	E 2	W 1	— 0	1·2● n, a sine ⊙
12	39·5	40·5	**39·0**	3·6	6·1	3·1	6·6	2·8	15·1	0·0	5·8	**6·5**	5·7	98	93	100	10^2	10^1	0≡	0·4	3·2	0·2	— 0	— 0	— 0	1·9● a, p ≡^{2}
13	40·4	40·1	42·5	1·4	5·6	3·5	**7·0**	1·0	**35·6**	—0·5	5·0	4·6	4·9	100	**63**	83	10^2≡^{2}	8^2 ⊙	0≡	2·0	3·0	3·7	— 0	NW 4	NE 2	— a, ≡^{2}, p⌓^{2}
14	45·3	46·8	47·3	2·4	3·4	—0·3	4·0	—0·3	26·6	—1·6	3·4	3·9	4·2	64	66	94	7^2	5^1 ⊙	0	2·3	2·5	5·0	NW 2	N 2	— 0	— a, p ⌴^{1}
15	48·1	49·5	53·4	—0·3	3·9	0·4	4·0	—0·6	30·6	—4·5	3·3	4·1	3·4	74	66	72	2_1	8^2	0	2·1	2·0	5·1	W 2	NW 3	W 2	— ✳ a, p ⌴^{1}, n ✳
16	55·8	56·1	58·4	—1·0	0·8	0·8	1·4	—1·8	20·9	—3·0	3·9	4·6	4·5	92	94	92	10^2	8^2	10^2	1·8	1·8	0·4	NW 2	N 4	NW 2	— ✳ n, a, 21 ✳^{0}
17	56·8	56·6	55·7	1·3	2·4	—0·2	3·2	—0·4	20·6	0·0	4·5	4·5	4·4	89	82	96	10^2	8^1	10^2	1·0	1·5	0·1	— 0	SE 1	— 0	— a ⌴^{1}, p ⌴^{2}
18	56·1	58·1	60·3	—0·3	0·8	—0·3	1·2	—0·6	13·0	—2·0	4·3	4·1	4·2	96	83	84	9^2	8^2	10^2	0·2	1·5	0·0	— 0	NW 1	NW 2	0·1 ✳ a, p ⌴, a ✳^{1}, sine ⊙
19	61·4	62·5	63·2	—2·2	—3·8	—4·8	0·1	—5·2	28·0	—2·6	3·6	2·6	**2·0**	94	75	62	8^2	9^2	0	1·6	0·5	3·2	W 2	NW 2	S 1	— a, p ⌴^{1}
20	61·6	61·7	61·8	—4·5	—3·0	—2·6	—2·0	**—6·6**	1·5	**—7·5**	**2·0**	2·6	3·0	64	72	79	10^2	8^2	10^2	1·8	—✳	0·0	N 1	NE 2	— 0	— Lac. prope ripam congelatus [est ; sine ⊙
21	62·0	63·3	65·3	—2·5	—1·8	—3·4	—1·6	—4·9	3·2	—3·0	3·8	3·1	3·1	100	78	89	10^2	10^2	10^2	0·8	—	0·1	E 2	SE 2	SE 2	— ✳ a, ⊛
22	66·4	66·7	66·6	—3·9	—3·9	—3·0	—1·5	—4·6	9·0	—5·9	3·1	3·0	3·3	93	91	91	9^2	10^2	10^2	0·7	—	0·0	— 0	E 1	SE 1	— a ⌴^{2}, p ⌴^{1} sine ⊙
23	65·8	66·4	67·1	—2·9	—3·4	—3·4	—1·0	—4·0	5·0	—3·0	3·7	3·2	3·4	100	91	95	10^2	10^2✳	10^2	0·1	—	0·0	E 2	NE 2	NE 2	0·6 ✳ 11—a, p, n sine ⊙
24	68·1	69·0	**69·1**	—3·9	—3·3	—3·4	—2·5	—4·2	4·0	—5·1	3·3	3·2	3·4	98	89	95	10^2	10^2	10^2	0·0	—	0·0	— 0	— 0	— 0	— ✳ n, sine ⊙
25	67·5	66·6	66·6	—4·4	—3·0	—3·4	—2·5	—4·8	6·0	—5·0	3·2	3·3	3·5	98	91	98	10^2	10^2	10^2	0·0	—	0·0	SE 2	— 0	SE 2	— sine ⊙
26	65·5	63·5	60·8	—3·4	—2·6	—3·0	—2·1	—4·0	4·5	—4·0	3·5	3·0	3·4	98	79	94	10^2	10^2	10^2	0·6	—	0·0	S 1	S 2	SE 2	— sine ⊙
27	54·3	54·5	56·1	—2·3	5·4	1·2	6·0	—3·3	33·5	**—3·5**	3·6	4·4	4·4	94	66	89	10^2	8^2	3^1	0·5	—	0·8	— 0	NW 2	SW 2	— p ⌴^{1}
28	55·5	53·4	51·5	—0·6	2·5	1·8	3·0	—1·5	8·9	—4·6	4·2	5·0	4·9	96	91	93	10^2	10^2	9^2	0·2	—	0·0	— 0	SE 1	— 0	— a ⌴^{1} sine ⊙
29	49·9	50·5	50·8	4·4	3·8	1·3	5·9	—1·8	24·5	—0·5	5·6	5·8	5·0	90	97	100	10^2	7^1 ⊙	10^2≡^{1}	0·4	—	0·6	E 1	— 0	SW 1	1·3● 8●, p ≡^{1}, ⌓^{2}
30	47·4	43·1	39·5	—0·6	0·4	2·5	2·6	—1·2	2·6	—1·5	4·4	4·7	5·4	100	100	98	10^2≡^{2}	10^2●	10^2	0·5	—	0·0	— 0	NE 2	— 0	12·8●, a ≡^{2}, ⌴^{2}, 10—● p, sine ⊙
31	37·3	38·0	40·7	1·3	1·7	2·2	3·0	—0·2	20·2	—0·5	4·8	4·8	5·0	94	92	93	10●≡	9^2∞	9^2	0·1	—	0·1	— 0	— 0	— 0	4·3●, a, ∝^{2} ≡
M	54·2	54·2	54·6	0·0	1·8	0·7	3·2	—1·1	17·6	—2·3	4·3	4·5	4·5	92	85	91	9·0	8·3	6·8	28·9	2·7	34·4	1·4	1·6	1·3	30·2

Év 1928. *V. Tihany* $\lambda_{\text{GrwE}} = 17°53{\cdot}7'\ (-12^{\text{min.}})$ $\varphi_N = 46°54{\cdot}9'$ $\text{Alt}_\Delta = 107{\cdot}5$ m.

Mensis	Pressio atmospher. (700 mm)					Temperatura (C°)								Humiditas abs. Medio mm	Humiditas relat. (%)			
	Medio*	Termin max.	Dies	Termin min.	Dies	7^h_a	14^h_p	21^h_p	Medio	Termin max.	Dies	Termin min.	Dies		7^h_a	14^h_p	21^h_p	Medio
September	54·7	61·1	5.	44·0	23.	15·2	20·2	17·0	17·5	30·7	10.	7·8	25.	11·1	82	67	75	75
October	55·0	65·0	17.	46·4	28.	9·2	14·3	11·3	11·6	21·6	21.	3·3	17.	8·5	89	74	85	83
November	50·1	63·7	21.	30·7	26.	7·4	10·1	8·2	8·6	19·8	2.	1·4	30.	7·6	92	87	92	90
December	54·3	69·1	24.	35·1	11.	0·0	1·8	0·7	0·8	6·6	1.	4·8	19.	4·4	92	85	91	89
Ann.	—	—	—	—	—.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Term. = 185 cm Ombro = 100 cm Gc = + 0·13 *Tihany*

Mensis	Nubes Medio	Praecipit. atmos. (mm)			Dies cum						Distributio Directionum ventorum								
		Summa	Maximum	Dies	≥ 0·1	≥ 1·0	✳	▲	⊼	⫽	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Malacia
September	5·6	130·4	36·0	22.	16	12	0	0	2	1	10	19	7	10	1	0	3	23	17
October	4·9	25·1	13·4	1.	4	4	0	0	0	0	9	16	4	20	7	0	0	14	23
November	6·7	70·4	24·9	17.	10	8	0	0	0	0	8	14	3	14	7	1	1	12	30
December	8·0	30·2	12·8	30.	10	7	2	0	0	0	8	9	5	8	4	2	7	18	32
Ann.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Medio = (7 + 14 + 21) : 3.

VI.

Tengerszini reductiós tábla.*

$h = 107{\cdot}5\ m.$ *Tihany részére.* $\varphi = 46° 55'$

(Nehézségi korrekció szélesség és magasság szerint egyesítve +0·12, és a 13.475 sz. barométer állandója +0·25, összesen +0·37 a táblába belevéve. Számította: *Bacsó Nándor*)

C°/mm	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	mm/C°
—20	10·9	11·0	11·1	11.2	11·2	11·3	11·4	11·5	11·5	11·6	11·7	11·7	11·8	—20
—19	10·9	11·0	11·1	11·1	11·2	11·3	11·3	11·4	11·5	11·6	11·6	11·7	11·8	—19
—18	10·8	10·9	11·0	11·1	11·1	11·2	11·3	11·4	11·4	12·5	11·6	11·6	11·7	—18
—17	10·8	10·9	11·0	11·0	11·1	11·2	11·2	11·3	11·4	11·5	11·5	11·6	11·7	—17
—16	10·7	10·8	10·9	11·0	11·0	11.1	11·2	11·3	11·3	11·4	11·5	11·5	11·6	—16
—15	10·7	10·8	10·9	10·9	11·0	11·1	11·1	11·2	11·3	11·4	11·4	11·5	11·6	—15
—14	10·7	10·8	10·8	10·9	11·0	11·0	11·1	11·2	11·2	11·3	11·4	11·4	11·5	—14
—13	10·6	10·7	10·8	10·8	10·9	11·0	11·1	11·1	11·2	11·3	11·3	11·4	11·5	—13
—12	10·6	10·7	10·7	10·8	10·9	10·9	11·0	11·1	11·1	11·2	11·3	11·4	11·4	—12
—11	10·5	10·6	10·7	10·8	10·8	10·9	11·0	11·0	11·1	11·2	11·2	11·3	11·3	—11
—10	10·5	10·6	10·7	10·7	10·8	10·9	10·9	11·0	11·1	11·1	11·2	11·3	11·3	—10
— 9	10·5	10·5	10·6	10·7	10·7	10·8	10·9	11·0	11·0	11·1	11·2	11·2	11·3	— 9
— 8	10·4	10·5	10·6	10·6	10·7	10·8	10·8	10·9	11·0	11·0	11·1	11·2	11·2	— 8
— 7	10·4	10·5	10·5	10·6	10·7	10·7	10·8	10·9	10·9	11·0	11·1	11·1	11·2	— 7
— 6	10·3	10·4	10·5	10·6	10·6	10·7	10·8	10·9	10·9	11·0	11·0	11·1	11·1	— 6
— 5	10·3	10·4	10·4	10·5	10·6	10·6	10·7	10·8	10·8	10·9	11·0	11·0	11·1	— 5
— 4	10·3	10·3	10·4	10·5	10·5	10·6	10·7	10·7	10·8	10·9	10·9	11·0	11·1	— 4
— 3	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10·6	10·7	10·7	10·8	10·8	10·9	11·0	11·0	— 3
— 2	10·2	10·3	10·3	10·4	10·5	10·5	10·6	10·7	10·7	10·8	10·9	10·9	11·0	— 2
— 1	10·1	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10·6	10·6	10·7	10·8	10·8	10·9	10·9	— 1
0	10·1	10·2	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10·6	10·6	10·7	10·8	10·8	10·9	0
1	10·1	10·1	10·2	10·3	10·3	10·4	10·5	10·5	10·6	10·7	10·7	10·8	10·9	1
2	10·0	10·1	10·2	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10·6	10·6	10·7	10·8	10·8	2
3	10·0	10·1	10·1	10·2	10·3	10·3	10·4	10·5	10·5	10·6	10·7	10·7	10·8	3
4	9·9	10·0	10·1	10·2	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10·5	10·6	10·7	10·7	4
5	9·9	10·0	10·0	10·1	10·2	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10·6	10·6	10·7	5
6	9·9	9·9	10·0	10·1	10·1	10·2	10·3	10·3	10·4	10·5	10·5	10·6	10·7	6
7	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	10·2	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10·6	10·6	7
8	9·8	9·9	9·9	10·0	10·1	10·1	10·2	10·3	10·3	10·4	10·5	10·5	10·6	8
9	9·7	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	10·2	10·2	10·3	10·3	10·4	10·5	10·5	9
10	9·7	9·8	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	10·2	10·2	10·3	10·4	10·4	10·5	10
11	9·7	9·7	9·8	9·9	9·9	10·0	10·1	10·2	10·2	10·2	10·3	10·4	10·5	11
12	9·6	9·7	9·8	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	10·2	10·2	10·3	10·4	10·4	12
13	9·6	9·7	9·7	9·8	9·9	9·9	10·0	10·1	10·1	10·2	10·3	10·3	10·4	13
14	9·6	9·6	9·7	9·8	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	10·1	10·2	10·3	10·3	14
15	9·5	9·6	9·7	9·7	9·8	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	10·2	10·2	10·3	15
16	9·5	9·6	9·6	9·7	9·7	9·8	9·9	9·9	10·0	10·1	10·1	10·2	10·3	16
17	9·5	9·5	9·6	9·7	9·7	9·8	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	10·2	10·2	17
18	9·4	9·5	9·6	9·6	9·7	9·8	9·8	9·9	9·9	10·0	10·1	10·1	10·2	18
19	9·4	9·5	9·5	9·6	9·7	9·7	9·8	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	10·2	19
20	9·4	9·4	9·5	9·6	9·6	9·7	9·8	9·8	9·9	9·9	10·0	10·1	10·1	20
21	9·3	9·4	9·5	9·5	9·6	9·7	9·7	9·8	9·8	9·9	10·0	10·0	10·1	21
22	9·3	9·4	9·4	9·5	9·5	9·6	9·7	9·7	9·8	9·9	9·9	10·0	10·0	22
23	9·3	9·3	9·4	9·4	9·5	9·6	9·6	9·7	9·8	9·8	9·9	9·9	10·0	23
24	9·2	9·3	9·4	9·4	9·5	9·5	9·6	9·7	9·7	9·8	9·8	9·9	10·0	24
25	9·2	9·3	9·3	9·4	9·4	6·5	9·6	9·6	9·7	9·7	9·8	9·9	9·9	25
26	9·2	9·2	9·3	9·4	9·4	9·5	9·5	9·6	9·6	9·7	9·8	9·8	9·9	26
27	9·1	9·2	9·3	9·3	9·4	9·4	9·5	9·6	9·6	9·7	9·7	9·8	9·8	27
28	9·1	9·2	9·2	9·3	9·4	9·4	9·5	9·5	9·6	9·6	9·7	9·8	9·8	28
29	9·1	9·1	9·2	9·3	9·3	9·4	9·4	9·5	9·6	9·6	9·7	9·7	9·8	29
30	9·0	9·1	9·2	9·2	9·3	9·4	9·4	9·5	9·5	9·6	9·6	9·7	9·8	30
C°/mm	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	mm/C°

* A 0°-ra reducalt légnyomás értékeihez mindig hozzáadandók: *mm* = 0°-ra reducalt légnyomás. *C°* = a külső levegő hőmérséklete.

DIE METEOROLOGISCHE STATION IN TIHANY.

Von Privatdozent Dr. A. Réthly.

Im Rahmen des Biologischen Forschungsinstituts wurde im Laufe des Sommers 1928 eine meteorologische Station I-ter Ordnung eingerichtet. Abbildung 1. ist eine Photographie der ganzen Anlage. Die Abbildungen 2. und 3. zeigen die Lage der Station.

In den Tabellen 1—4. sowie in der Tabelle der Jahresübersichten (5) beziehen sich sämtliche Luftdruckangaben auf die Seehöhe (über der Adria) von 107·5 M. Die Gravitations-Korrektion ist nicht angeführt. Unter den Stationen, entlang des ganzen Balatons, steht diese, am nächsten zur Wasserfläche.

Die Station ist mit einem Fuess'schen Barographen ausgerüstet, ferner mit folgenden Instrumenten:

1. Englische Thermometer-Hütte: *a)* August-Psychrometer, *b)* Fuess-Minimum-Thermometer, *c)* Fuess-Maximum-Thermometer, *d)* Fuess-Thermograph, *e)* Fuess-Hygrograph.

Die Höhe der Kugel des trockenen Thermometers ist in 185 cm über dem Boden, und die Seehöhe der ganzen Anlage ist 106·0 M.

2. Wild'sche Windfahne in 6 M Höhe.

3. Insolations-Maximum-Thermometer (166 cm hoch).

4—5. Zwei Tischchen auf Betonblöcken, zur Aufstellung von verschiedenen Apparaten (Strahlungsmesser, Elektroskop, Staubzähler etc.).

6. Eine Jalousie-Hütte für den Wild'schen Verdunstungsmesser (160 cm).

7—8. Hellmann'scher Regenmesser ($^1/_{50}$ m² in einer Höhe von 100 cm). Hellmann'scher Ombrograph von Lambrecht.

9. Sonnenscheindauermesser von Campbell-Stokes (190 cm). Die Registrierungen werden durch den Schatten des Tihanyer Berges nachmittags sehr beeinflusst. So geht die Sonne am 8. Aug. bereits um 17·3 Uhr Sonnenzeit unter (anstatt um 19·6^h). Die Sonnenscheindauer ist demnach an der Tihanyer meteorologischen Station im Sommer um ca. 2½, im Winter um 1·3 Stunden kürzer als auf einem ebenen Horizont derselben Breite. Der wahre Sonnenauf- und Untergang wird nachträglich für jeden 5-ten Tag festgestellt. Abbildung 4. zeigt die Lage der Station im Verhältnis zum Berge.

10. Fuess'sches Erdboden-Thermometer in einer Tiefe von 20 cm.

11. Fuess'sches Minimum-Thermometer 5 cm über der Erde zur Messung der nächtlichen Temperatur-Ausstrahlung. Der Thermometerkörper ist gegen die eigene Ausstrahlung mittelst einer kleinen Aluminium-Scheibe (Durchmesser 7 cm) geschützt, welche in 2 m Höhe über dem Thermometerkörper angebracht ist.

12. Der Kasten am südlichen Ende der Anlage dient zur Unterbringung von Hilfsapparaten etc.

Die Windgeschwindigkeit wird auch mit Hilfe eines Robinson'schen Hand-Anemometer in 200 cm Höhe täglich dreimal gemessen.

Auf eine interessante Erscheinung soll aber schon jetzt verwiesen werden: und zwar auf den Tihanyer Föhn. Prof. v. Cholnoky hat mich darauf aufmerksam gemacht. Schon in den jetzt veröffentlichten Daten finden wir Föhntage im Dezember, als bei dem herabfallenden NW-Wind die Luft sich erwärmt und auffallend trockener wird. Eine ausführliche Bearbeitung des Balatoner Föhns folgt erst später.

Eine besondere Bedeutung gewinnen die hier gemachten Beobachtungen besonders auch dadurch, weil dieselben im Anschluss mit den Beobachtungen auf dem Forschungsschiff des Biologischen Instituts, eine Möglichkeit geben werden, die meteorologischen Verhältnisse auf dem Balaton kennen zu lernen, was ja besonders wichtig ist, weil bis jetzt dieselben, trotzdem der Balaton der grösste See Mitteleuropas ist, unbekannt sind.

ELŐADÁSOK A MAGYAR BIOLOGIAI KUTATÓ INTÉZETBEN.

(Vorträge, gehalten im Ungarischen Biologischen Forschungsinstitut.)

Intézetünkben az 1928. év folyamán ismételten tartattak megbeszélések és előadások tudományos kérdésekről, amelyeknek a célja egyrészt a közös munkaprogramm kifejlesztése, másrészt az intézet munkásságának, illetőleg az intézetben dolgozó szakemberek munkájának tágabb körben való ismertetése volt. Ezen előadásokhoz, főleg ha általánosabb érdekűek voltak, meghívtuk a környék szakembereit is és az intézet nagytermében mindegyik előadást díszes közönség hallgatta végig. Ezen előadások rövid referátumát a következőkben adjuk:

A SZÍVHORMONOKRÓL.

Összefoglaló előadás, a balatonfüredi orvosi hét alkalmából tartotta 1928 május hó 6-án *dr. váradi Méhes Gyula*, adjunktus.

Előadó ismertette azokat az újabb vizsgálatokat, amelyek a szív ritmikus ingerképzésére vonatkoznak. Ismertette *Demoor* kísérleteit, kinek először sikerült emlős szívből egy kémiai ágenst kivonni, mely egy másik sziven, vagy annak egy darabkáján lüktetést, illetve pulsusgyorsulást, erőteljesebb pulzációt okozott. Az általa „Hormon der kardialen Motorik"-nak nevezett anyaggal kapcsolatban részletesen foglalkozott a *Haberlandt-féle* „szívhormonnal". Ismertette *Haberlandt*nak békaszíveken végzett megállapításait, melyek szerint úgy az ingerképzés, mint az ingerület vezetése, a szív többi izomzatától eltérő, speciálisan differenciált, magasabb glykogentartalmú izomsejtek (sinuscsomó, Hiss-Tawara-Keith-köteg) aktív működése következtében termelődött *„szívhormon"* hatására jön létre. Megemlékezett a *Zwaardemaker* féle *„szívautomatinról"*; *Zwaardemaker* azon kísérleteiről, melyekben a táplálófolyadék káliumát más rádióaktív anyaggal pótolta. Majd ismertette *Rigler* és munkatársai vizsgálatait, akik az előbbi anyagokat nem tartják specifikus ingerképzőanyagoknak. Szerintük az előbbi szívhormonok azonosak a „histaminnal". Hosszasan foglalkozott a *Loewi*-féle „vagus"- és „acceleransanyag" hatásával, mit kísérletileg is bemutatott és saját vizsgálataival is igazolta *Loewi* megállapításait.*

* Megjelent egész terjedelmében az Orvosképzés 1928. évf. 3—4. füzetében.

DIE MODERNEN PROBLEME DER TIERPSYCHOLOGIE.

Vorgetragen am 1. Juli 1928. von Prof. *Bastian Schmid*, München.

Der Vortragende entwarf zunächst ein Bild von dem gegenwärtigen Stand der Tierpsychologie und wies im Einzelnen nach, wie die beiden bis vor kurzem herrschenden Richtungen, die *mechanistische* und die *vermenschlichende*, — letztere allerdings zur Zeit mehr als die erstgenannte, — die moderne Forschung in ihren Fortschritten immer noch beeinträchtigen. Die heutige Tierpsychologie stützt sich auf den planvoll angelegten Versuch und auf die planvolle Beobachtung, sie ist sich dessen bewusst, dass sie letzten Endes in das Tier nicht hineinsehen kann, sie setzt voraus, dass sie ihre eigenen Methoden und nicht ohne weiteres jene der Humanpsychologie auf das Tier übertragen darf, des weiteren, dass die Organisation und Lebensweise der zu untersuchenden Tiere entsprechend zu berücksichtigen sind, um die psychologische Eigenart des betreffenden Untersuchungsobjektes zu begreifen, insofern *Organisation, Lebensweise und psychologisches Verhalten eine Einheit bilden.* Der Tierpsychologe muss Zoologe und Psychologe sein. Das eine bedingt das andere, wie das schon im Begriff „Tierpsychologie" liegt. Weil aber dem Tierpsychologen die vornehmste aller Methoden, die Selbstbeobachtung, fehlt und nicht, wie dort in der menschlichen, die Versuchsperson in Betracht kommt, bleiben verschiedene Fragen der Tierpsychologie von vorneherein bis zu einem gewissen Grade hypothetisch, was jedoch den Forscher, der übrigens auch vom Analogieschluss nur mit Vorsicht Gebrauch machen darf,

nicht abhalten wird, seiner Arbeit unentwegt nachzugehen.

Der Vortragende entrollte sodann in kurzen Zügen das Wesen der Hauptkapitel tierpsychologischer Forschung, ihre Aufgaben und Probleme ging im besonderen auf die Probleme des *Instinktes*, auf das bisher leider wenig berührte Kapitel *der Erforschung des Jungtieres in psychischer Hinsicht* und auf die *Sprache* der Tiere ein. Hier war es namentlich die *Phonetik* der Tiersprache, die er eingehender betrachtete, insofern dieses Kapitel einen Hauptteil seiner gegenwärtigen Arbeiten bildet. Ausgehend von der Tatsache, dass wohl auf keinem Gebiete der Tierpsychologie eine solche Fülle von Anthropomorphismen sich herangebildet hat, wie auf jenem der Tiersprache, dass wir sodann, gebunden an hundertjährige Tradition, die tierischen Laute heute genau noch so nachsprechen und niederschreiben, wie das früher der Fall war, und dass wir endlich durch unser Ohr einen erheblichen Teil der Laute in stark subjektiver Färbung übermittelt bekommen, hat Vortragender einen Weg eingeschlagen, der nur ein *physikalisch-optischer* sein konnte und der es ihm gestattete, die tierischen Sprachlaute *sichtbar* zu machen.

Diese Methode bedingt vor allem eine physikalisch wie technisch hochwertige Apparatur, wie ihm eine solche die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft in entgegenkommender Weise zur Verfügung stellte und die er, seinen Anträgen entsprechend, nach Bedarf ergänzte. Dem Vortragenden ist es gelungen, verschiedene tierische Laute, Vokale und Konsonanten, vokalische und konsonantische Elemente, einsilbige und mehrsilbige Lautkomplexe und sogar vollständige Krährufe eines Hahnes, darunter solche von 4—5 Meter Länge, bei einer Krähdauer von 1.8 Sekunden, aufzunehmen. Als Versuchstiere für seine ausgedehnten Arbeiten benutzte er verschiedene Hunderassen, Katzen, Eichhörnchen, Schweinchen, Hühner (Hahn, Henne, Küken), Enten, Gänse, Tauben, Reiher verschiedener Arten, Frösche usf.

Um die Tiersprache in ein wissenschaftliches System zu bringen, legte er sich folgende Fragen vor:

Verfügen Tiere gleicher Gattung, Familie oder Ordnung unter denselben psychischen Bedingungen (denselben Empfindungen, Affekten oder Gemütszuständen) über dieselbe Art von Lauten oder Lautgebungen? (Heulen vor Hunger oder im Schmerz bei allen Caniden, Knurren, wenn diese gereizt sind usf.)

Lassen verschiedenartige Laute auf ein und denselben psychischen Zustand schliessen? (Muhen der Kuh, Blöcken der Schafe, Meckern der Ziegen.) Welche von solchen verschiedenartigen Lautäusserungen sind auf gleiche Affekte gestimmt, eine Frage, die man umgekehrt so stellen kann, welche Laute werden von verschiedenartigen Tieren für Wut, Behagen usf. gebraucht?

Derartige systematische Arbeiten sind ebenso erforderlich, wie die Erforschung des *Lautschatzes* bekannter Tiere als eine Notwendigkeit sich erweist. Selbstverständlich müssen solche dringliche Aufgaben unter Wahrung phonetischer Grundsätze gelöst werden.

Zusammenfassend ist über die phonetischen Forschungen zu sagen: Es handelt sich hier nicht nur um eine wertvolle Methode, die noch eine recht mannigfaltige Anwendung finden wird, sondern auch um Resultate. Der Nachweis, dass auch Tiere Vokale und Konsonanten, sowie vokalische und konsonantische Elemente besitzen, dürfte einwandfrei festgestellt sein, desgleichen ergeben sich bereits Aufschlüsse über grössere Lautkomplexe und Silbenabgrenzung, es tritt sodann klar und deutlich die Subjektivität unserer Gehörwahrnehmungen hervor, so dass wir, wie zu hoffen steht, endlich einmal mit den Anthropomorphismen auf diesem Teilgebiet der Tierpsychologie aufzuräumen vermögen. Als eine weitere Aufgabe seiner Forschungen stellt der Vortragende die Bestimmung der Tonhöhe tierischer Sprachlaute und Lautklänge, namentlich bei den Vögeln in Aussicht. Seines Erachtens versagt in diesen Dingen selbst das Ohr des genialsten Musikers, insofern es sich um Begrenzungen seiner Leistungen handelt.

Unter Berücksichtigung solcher Gedankengänge will Redner ein *Archiv* für tierische Sprachlaute gründen und die Dokumente in Form seiner Original Bromsilber- und Filmaufnahmen zur Grundlage eines solchen machen.

A METEOROLÓGIA MULTJA ÉS JELENE.

Előadta 1928 szeptember 12-én
dr. Réthly Antal egyet. m. tanár.

Előadó történelmi visszapillantást nyujtott a meteorológia fejlődésére. A meteorológia őskora mintegy 4000 év előtti időkre nyúlik vissza és mintegy az asztrometeorológiával végződik. Majd a meteorológiai műszerek feltalálásának korszaka: a meteorológiai középkor (XVII. század) és a meteorológiai hálózatok megalakulásának ideje (XIX.

század vége) következett, amelyet végül követ az újkor, amely a meteorológiai prognózis megszületésével kezdődik (1855 nov.). A legújabb kort a meteorológia mai állapotának vázolásával ismertette. Előadó különös tekintettel volt annak a vázolására, hogy az állami élet minden ágában nap nap mellett milyen sokoldalú a meteorológia igénybevétele. Rokontudományok, közegészségügy, mezőgazdaság, ipar, kereskedelem, földi és légiközlekedés, közigazgatás és igazságszolgáltatás körébe tartozó legkülönfélébb esetek kerülnek a Meteorológiai Intézetek és Obszervatóriumok elé és azok a szakvélemények és bizonyítványok sokaságát adják ki.

Nem annyira a várható időjárás iránt nagy az érdeklődés, mint inkább azt kell sokszor igazolni, hogy bizonyos helyen, bizonyos időpontban, milyen volt egy-egy időjárási elem értéke, vagy a normálistól való eltérése. A meteorológiai megfigyelések ma a közigazgatásban és jogszolgáltatásban igazán nélkülözhetetlenek. Végül rátért az előadó arra, hogy miért volt szüksége a Tihanyi Biológiai Kutató Intézetnek is ilyen irányú vizsgálatok rendszeresítésére és különösen kiemelte, hogy ma Magyarország legszebb és legjobban felszerelt meteorológiai állomása Tihanyban van.

DIE VERGANGENHEIT UND DIE GEGENWART DER METEOROLOGIE.

Vorgetragen am 12. Sept. 1928 von *Dr. A. Réthly.*

Der Vortrag enthielt zuerst einen Rückblick auf den Werdegang der meteorologischen Forschung. Vortragender greift bis auf die Lehmziegel der Babylonier zurück (4000 vor Kr. G.) und meint, dass diese dunkle Periode der Meteorologie mit der Astrometeorologie des Mittelalters endet. Mit der Erfindung der Instrumente (Barometer, Thermometer) beginnt das Mittelalter der Wissenschaft und endet mit der Organisation des ersten europäischen meteorologischen Netzes (1780). Bald kommt die Neuzeit, welche mit der Gründung wissenschaftlicher Wetterprognose (1855) endet, dann die Gegenwart mit einem unerwarteten Aufschwung der Meteorologie, Aerologie, Klimatologie.

Im Vortrag wurde darauf hingewiesen, welch eine grosse Bedeutung die Meteorologie in allen Beziehungen des Lebens hat und dass heute kein gut organisierter Staat ihrer Feststellungen entbehren kann. Verwandte und fremde Wissensgebiete, Sanitätswesen, Agrikultur, Gewerbe, Handel, Verkehrswesen (Erde, Wasser und in der Luft), die staatliche Verwaltung und die Rechtspflege usw. verlangen Tag für Tag Auskünfte der Meteorologen.

Zuletzt verwies der Vortragende darauf, weshalb das Biologische Forschungs-Institut eine meteorologische Station notwendig hat. Es wurde hervorgehoben, dass derzeit die meteorologische Station zu Tihany die schönste und am besten ausgerüstete Station Ungarns ist. Die Hauptergebnisse werden zur Klimatographie des Balatonsees gewiss wertvolle Aufschlüsse geben.

MEGNYITÓBESZÉD

tartotta a Magyar Biológiai Kutató Intézet megnyitásakor, 1927 szeptember hó 5-én

dr. Verzár Frigyes egyet. ny. r. tanár.

„Midőn most egy éve e helyen álltunk, vad bozót és a Balaton vize fedték e területet. Kevesen hitték, hogy egy évvel később ennek az intézetnek már a zárókövét is letesszük. Csak hatalmas meggyőződés és hit fejthetett ki ennyi energiát.

Egy nagy német gondolkodó azt mondta, hogy két esemény változtatta meg a világ folyását az elmult 150 esztendő alatt: a francia forradalom és a kísérletnek, mint módszernek alkalmazása a természettudományokban. A természettudományok ezen új periódusa meghozta nekünk az élettelen anyag feletti uralmat: lakóházainkat, forgalmi eszközeinket, bámulatos iparunkat és sok egyéb szükségletünk fejlődését.

A többi nagy, primitív életszükségletünk, a táplálkozás és a gyógyítás kívánságai még távol esnek a kielégítésnek ezen fokától, mert az élet analízisében még nem merültünk el annyira, hogy itt racionális feleleteket adhassunk. Pedig kétségtelen, hogy ahogy a fizika és kémia fejlődése megváltoztatta életünket, úgy nem kevésbbé lenne döntő, ha ismereteink az életről is hasonló elmélyedést érnének el. Ebből az érzésből fakad, hogy a biológiai tudományok támogatását az elmult évtized alatt mindenütt legelsőrendű kötelességnek tartották és ebből támadt ez az intézet is. Amit ez az intézet végezni fog, azt nem lehet a gazdasági élet mértékével mérni. A gazdasági jelentősége ennek is ott van, ahol minden elméleti kutatásnak. Többnyire a láthatatlan távolban, néha meglepetésszerűen, évtizedes csendes munka után, közvetlen közel. Feladata minden problémák legnagyobbjának, az életnek a kutatása.

Nem véletlen, hanem az intézet lényegéhez tarto-

zik, hogy földrajzilag oly gyönyörű helyen épült. A tudományos koncentrálás szolgálatába állítja a természet szépségét is. Százan és százan érezték amióta Dohrn az első biológiai kutató intézetet alapította, ennek a megtermékenyítő hatását és mi magyarok nemcsak a külső hasonlatosság folytán gondolunk ma hálával a nápolyi öböl partján álló intézetre, hanem azért is, mert több, mint 22 magyar kutatónak adott munkahelyet az elmult fél évszázad alatt és köztük egyeseknek, mint Apáthynak, 30 éven keresztül évről-évre otthont. Az a választás, amely Tihanyt jelölte ki a magyar biológiai kutató intézet helyéül, ugyancsak e nagy szempontra gondolt, mikor a csonka haza egyik legszebb és legcsendesebb helyét választotta.

Intézetünk munkássága természetszerűleg elsősorban a Balatonnak, általában a magyar édesvizek és partvidékeik hidrobiológiai, úgy botanikai, mint zoológiai kikutatásában áll és ilyen tekintetben egy régi programm megvalósítása. A biológiai állomások életében azonban új periódus kezdődött, amidőn a biológiai tünemények kauzális analízise, amely egy élőlény egész környezetére vonatkozik, alapos és teljes ismeretét követelte egyrészt magának az élőlénynek, másrészt a külső befolyásoknak. Ezért szükséges, hogy a biológiai vizsgálatokkal párhuzamosan kémiai, fizikai, hidrográfiai és meteorológiai vizsgálatok is folyjanak.

Ezeknek tudatában épült ez az intézet is, úgy, hogy amellett, hogy szorosan vett hidrobiológiai és morfológiai tanulmányokat végez, azonkívül élettani, kémiai, fiziko-kémiai és bakteriológiai laboratóriumokkal és fölszereléssel is rendelkezik. Ez tette indokolttá a metódika különbségei alapján az intézetnek két osztályra való tagozódását is.

Intézetünk tehát nem szorítkozik a Balaton hidrobiológiai feldolgozására, hanem berendezésénél fogva alkalmas lesz általában minden morfológiai és experimentális biológiai munkára is. Az egyik osztály a zoológusok és botanikusok birodalma, a másik a fiziológusoké, akik ott a kémikusokkal együtt dolgoznak. Hisszük, hogy ez a kooperatio értékes eredményeket fog szülni. Először is az itt található állatok és növényfajok leírása szempontjából, másrészről ökológiai szempontból, t. i. a Balaton vizének kémiai és fiziko-kémiai hatását kutatva, állat- és növényvilágára.

Munkatársaink ígéretet jelentenek arra, hogy experimentális morfológia és experimentális embryológia, sejtfiziológia és növényszociológia terén is serény munka fog folyni. Kémiai laboratóriumunk lehetővé teszi, hogy az említett munkakörökön kívül fiziológiai kutatásokkal kapcsolatos, az általános élettan körébe tartozó kémiai vizsgálatok folyhassanak.

Az élettani laboratórium egyelőre elsősorban az ingerületi folyamat analízisének fogja szentelni munkáját, annak a kérdésnek, hogy mi történik sejtjeinkben, ha működnek, izmainkban, ha mozgunk, idegeinkben, ha akarunk és érzünk. Itt az élet végső határainak a kutatásánál valóban érvényes Goethe szava: „Greift nur hinein ins volle Menschenleben! Und wo ihr's packt, da ist's interessant". Azok az új objektumok, melyeket a tó kutatásunkhoz nyujthat, új eredményekkel kecsegtetnek.

Fel lehetne azonban vetni azt a kérdést, hogy eléggé indokolt-e egy ilyen édesvízi biológiai állomáson erre a kísérleti munkára a feltételeket megteremteni. Egészen bizonyos, hogy sem azt a formagazdagságot, sem olyan speciálisan kedvező objektumokat bizonyos élettani kísérletekhez nem tud nyujtani az édesvízi intézet, mint ahogy azt a tengeri állomás könnyen megadhatja. Mindamellett így is van egy nagy sora a kísérleti lehetőségeknek, amelyek az ilyen intézetben folyhatnak. Sőt a nagy zoológus, Richard Hertwig, édesvízi állomásokért küzdve, 1908-ban azt írta: „Az édesvízi állomások a versenyt tengeri állomásokkal nem kell, hogy kerüljék, sőt gyakran kísérleti feltételek szempontjából még előnyben is lesznek, az édesvízi faunának nagyobb ellenállóképessége és létfeltételeinek nagyobb egyöntetűsége tekintetében. Ezért az édesvízi fauna sokkal előnyösebb, mint a tengervízi, ha az öröklődéstan, vagy a nem-meghatározás problémáit kell kísérletileg megoldani. Nagy előnye az édesvízi állomásnak a tengeriek felett, hogy az amfibiumok kizárólag édesvízi állatok. Alig van állat, amely kísérleti vizsgálatokra oly alkalmas, mint az amfibiumok." Azóta Boveri és Speemann, hogy másokat ne is említsek, korszakalkotó kísérletekkel meg is mutatták, hogy mit lehet elérni.

Mint szabad kutató-intézet, rendelkezésére kívánunk állni bárkinek, aki biológiai téren dolgozni akar, természetesen felszerelésünk lehetőségei szerint. Hisszük, hogy e tekintetben intézetünk szervezetét a legelasztikusabban állapítottuk meg.

És ha végül azt kérdezzük, hogy időszerű volt-e egy szegény országban az élet kutatásának ezt a műhelyt megteremteni, akkor legyen szabad arra utalnom, hogy szomszédaink, akik jórészt nagyobb gazdasági lehetőségek birtokában vannak, nagy erőfeszítéseket tesznek, hogy utolérjenek és túlszár-

nyaljanak bennünket. Gazdagon szerelnek fel intézeteket. Elsőrangú tanárokkal neveltetik ifjaikat. Nekünk ma még egy nagy előnyünk van és ez az a szellemi atmoszféra, amelyet egy évezredes műveltség és egy félszázados nyugodt fejlődés teremtett. Ezt az atmoszférát csak azoknak az ifjaknak elmélyedésével táplálhatjuk, akik a tudás megszerzésénél nem abból indulnak ki, hogy ezek az ismeretek azonnal kamatoznak-e, hanem akiket az a lelkes vágy hajt, hogy annyira elmélyedjenek, ameddig a tudomány ér. Nekik a tudomány ott kezdődik, ahol tudásuk végződik. Az emberek ezen rétege fontos egy országban. Ennek a rétegnek az érdekében kell úgy tárgyi, mint személyi tekintetben mindent megtenni. Ennek az ifjúságnak teremt munkahelyeket és alkalmat az elmélyedéshez ez az intézet.

Nemzetünk természettudományi nevelésének, mint az erkölcsi nevelés egyik bázisának szolgál továbbá az intézet akkor, amidőn kurzusai segítségével középiskoláink tanárságát állandó kontaktusban tartja a biológiai kutatásokkal és így a serdülő ifjúságunknak közvetíti munkáját.

Hazánk fennmaradása kultúránk függvénye. Én hiszek a munkának mindent meghódító, határokat áttörő jelentőségében és abban, hogy az a generáció, amelynek ez az intézet is épült, meg fogja érteni a munkának ezt a szentségét."

SAJTÓHIBÁK.

147. oldal, alulról 6. sor, kalcium carbonátból helyett, kalcium hydrocarbonatból,
149. oldal, 4. sor, Rückstand mellett, maradék irandó,
149. oldal, utolsó sor, Zala Mündung elé, Zala beömlés irandó,
220. oldal, alulról 3. sor, képletet helyett, képleteket,
226. oldal, 8. sor, vizsgáljunk helyett, vizsgáljuk,
237. oldal, felülről 6. sor, Ag Cl_2 helyett, Ag Cl,
244. oldal, felülről 7. sor, Ag Cl_2 helyett, Ag Cl,
271. oldal, alulról 16. sor, 3·8% helyett, 3·8 mg%,
303. oldal, alulról 2. sor, fehréje helyett, fehérje,
313. oldal, alulról 8. sor, eredmnéyeiről helyett, eredményeiről,
356. oldal, 21. sor, segítsévével helyett, segítségével,
369. oldal, 8. sor, külösösen helyett, különösen,
376. oldal, 22. sor, sugárzá helyett, sugárzás,
388. oldal, 16. sor, első helyett, harmadik olvasandó,

DRUCKFEHLER.

Seite 154. 7. und 10. Reihe von unten, Calzium, lies Calcium,
Seite 164. 13. Reihe von unten, „wassergehalt", lies Wassergehalt,
Seite 205. 15. Reihe dis, lies die,
Seite 229. 5. Reihe von unten -schlundganglion, lies -schlundganglien,
Seite 233. 9. Reihe ielnd, lies selnd,
Seite 240. 15. Reihe Ag Cl_2, lies Ag Cl,
Seite 241. 8. Reihe Ag Cl_2, lies Ag Cl,
Seite 251. 8. Reihe Ag Cl_2, lies Ag Cl,
Seite 252. 4. Reihe von unten Z. lies f.,
Seite 263. 2. Reihe von unten Ebda. S. 328.
Seite 283. 7. Reihe von unten, 0·271%, lies 0·0271%,
Seite 285. 7. Reihe von unten „auch das" lies „auch aus",
Seite 326. 1. Reihe, folgande, lies folgende,
Seite 337. 9. Reihe von unten, durchströhmt, lies durchströmt.